MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

PROYECTO

“STGN SIERRA MADRE (FRONTERA-PUERTO LIBERTAD)”

CAPITULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA LA
AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS (AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE)

ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

Enero, 2023

ÍNDICE

I. Datos generales del proyecto, del regulado o promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental 1
I.1. Datos generales del proyecto 1
I.1.1. Nombre del proyecto 1
I.1.2. Naturaleza del proyecto 1
I.1.3. Ubicación del proyecto 2
I.1.4. Tiempo de vida útil del proyecto 8
I.1.5. Síntesis del proyecto 8
I.2. Datos generales del Regulado 9
I.2.1. Nombre o razón social 9
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del Regulado 9
I.2.3. Cédula Única de Registro del Regulado (CURR) 9
I.2.4. Nombre y cargo del representante legal 9
I.2.5. Domicilio del Regulado o de su Representante Legal para oír y recibir notificaciones 9
I.3. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 9
I.3.1. Nombre o razón social 9
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP 9
I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 10
I.3.4. Dirección del responsable técnico 10
I.3.5. Escrito bajo protesta de decir verdad 10
Anexos del Capítulo I: 11

INDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Actividad(es) del Sector Hidrocarburos a la que pertenece el proyecto. 1
Tabla I.2. Información de ubicación del proyecto. 2
Tabla I.3. Duración total del proyecto por etapas 8
Tabla I.4. Síntesis del proyecto (elementos que lo integran y actividades por desarrollar). 8

INDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Guadalupe y Ahumada)..... 3

Figura I.2. Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Buenaventura, Galeana, Nuevo Casas Grande y Casas Grande). 4

Figura I.3. Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Bacerac, Huachinera, Villa Hidalgo, Huásabas y Cumpas). 5

Figura I.4. Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Arizpe, Cucurpe, Santa Ana y Trincheras).6

Figura I.5. Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Trincheras y Pitiquito)..... 7

I. Datos generales del proyecto, del regulado o promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

"STGN Sierra Madre (Frontera-Puerto Libertad)".

I.1.2. Naturaleza del proyecto

El proyecto Sistema de Transporte de Gas Natural (STGN) Sierra Madre (Frontera-Puerto Libertad) consiste en conjunto de obras y actividades para la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como el desmantelamiento y abandono de un STGN, con la finalidad de suministrar dicho combustible desde la frontera de Chihuahua con el estado de Texas, en los Estados Unidos de América (EUA), hacia la Terminal GNL de Sonora localizada en Puerto Libertad, estado de Sonora, en los Estados Unidos Mexicanos (México), para ser ahí procesado y exportado.

Los elementos principales del proyecto son:

- Cuatro estaciones de compresión (EC) (incluye 4 válvulas de seccionamiento).
- Una estación de medición regulación y control (EMRyC).
- 27 válvulas de seccionamiento.
- Cuatro caminos nuevos de acceso a estaciones de compresión.
- 23 caminos nuevos de acceso a válvulas de seccionamiento.
- Derecho de vía permanente de 800 km longitud y 14 m de ancho.
- Derecho de vía temporal de 800 km de longitud y 11 m de ancho.
- Ocho campamentos.

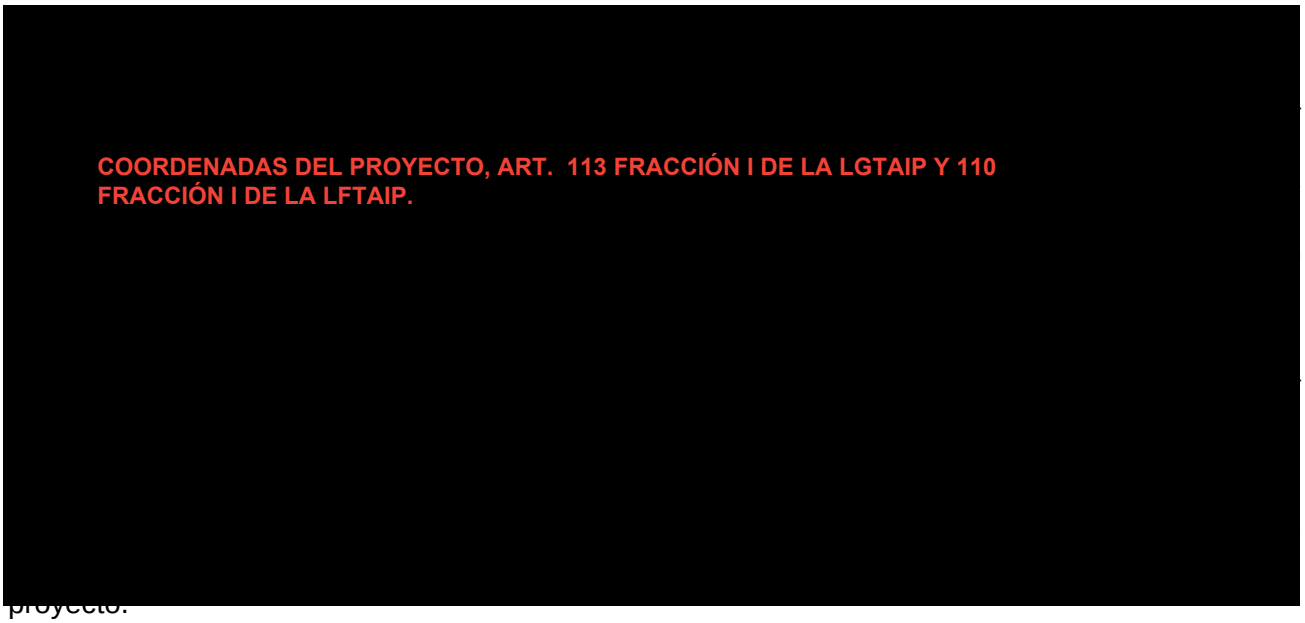
Conforme a lo establecido en el artículo 3°, fracción XI, inciso c), de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la actividad del Sector Hidrocarburos a la pertenece el proyecto es el transporte de gas natural.

***Tabla I.1**. Actividad(es) del Sector Hidrocarburos a la que pertenece el proyecto.*

Inciso	Actividad	Hidrocarburos[1]	Petrolíferos[2]	Petroquímicos[3]
c)	Transporte de Gas Natural.	x	NA	NA

[1] **Hidrocarburos**: Petróleo, Gas Natural, condensados, líquidos del Gas Natural e hidratos de metano (Ley de Hidrocarburos, art. 4, fr. XX).
[2] **Petrolíferos**: Productos que se obtienen de la refinación del Petróleo o del procesamiento del Gas Natural y que derivan directamente de Hidrocarburos, tales como gasolinas, diésel, querosenos, combustóleo y Gas Licuado de Petróleo, entre otros, distintos de los Petroquímicos (Ley de Hidrocarburos, art. 4, fr. XXVIII).
[3] **Petroquímicos**: Aquellos líquidos o gases que se obtienen del procesamiento del Gas Natural o de la refinación del Petróleo y su transformación, que se utilizan habitualmente como materia prima para la industria (Ley de Hidrocarburos, art. 4, fr. XXIX).

I.1.3. Ubicación del proyecto



proyecto.

***Tabla I.2**. Información de ubicación del proyecto.*

Información de ubicación	
Estado	Chihuahua y Sonora
Municipio o alcaldía	**Chihuahua**: Guadalupe, Ahumada, Buenaventura, Nuevo Casas Grandes, Galeana, y Casas Grandes, **Sonora**: Bacerac, Huachinera, Villa Hidalgo, Huásabas, Cumpas, Arizpe, Cucurpe, Santa Ana, Trincheras y Pitiquito.
Colonia, localidad, comunidad, ejido	**Ejidos** (**Chihuahua**): Francisco Villa y Anexos, N.C.P.E. Doña Josefa Ortíz de Domínguez, N.C.P.E Juárez, N.C.P.A. Las Lagartijas, Benito Juárez (Antes Enríquez y Punta De Álamos), El Apache, Casas Grandes, Vicente Guerrero "A", Col. Ignacio Zaragoza, Juan Mata Ortíz, El Malpaís y sus Anexos, y Cajoncitos. **Ejidos** (**Sonora**): Arizpe, Bamori, Ciénega de Horcones, Cucurpe, Bella Esperanza, Los Hoyos, Huachinera, Puerto Libertad, 15 de Mayo, Santa Ana y Trincheras. No hay localidades en el derecho de vía.
Calle y numero exterior e interior	NA
Código postal	NA
Localidades próximas	**Chihuahua**: Sección el Oro, Los Poños, María Número Dos y San Martín. **Sonora**: El Valle, Agua Caliente (De Carrillo), Agua Fría, Buenavista, La Pulsera (La Tuna), El Bamori, Murijakichi, El Porvenir, La Cieneguita, El Peñasco, Rosalía Soto Fernández y Santa Rosa.
Cuenca petrolera	NA
Referencias de ubicación	NA
Plano cartográfico	Se adjuntan como **Anexo I.1.**

Lo anterior, tal y como se puede observar en las siguientes figuras:

Figura I.1. *Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Guadalupe y Ahumada)*.

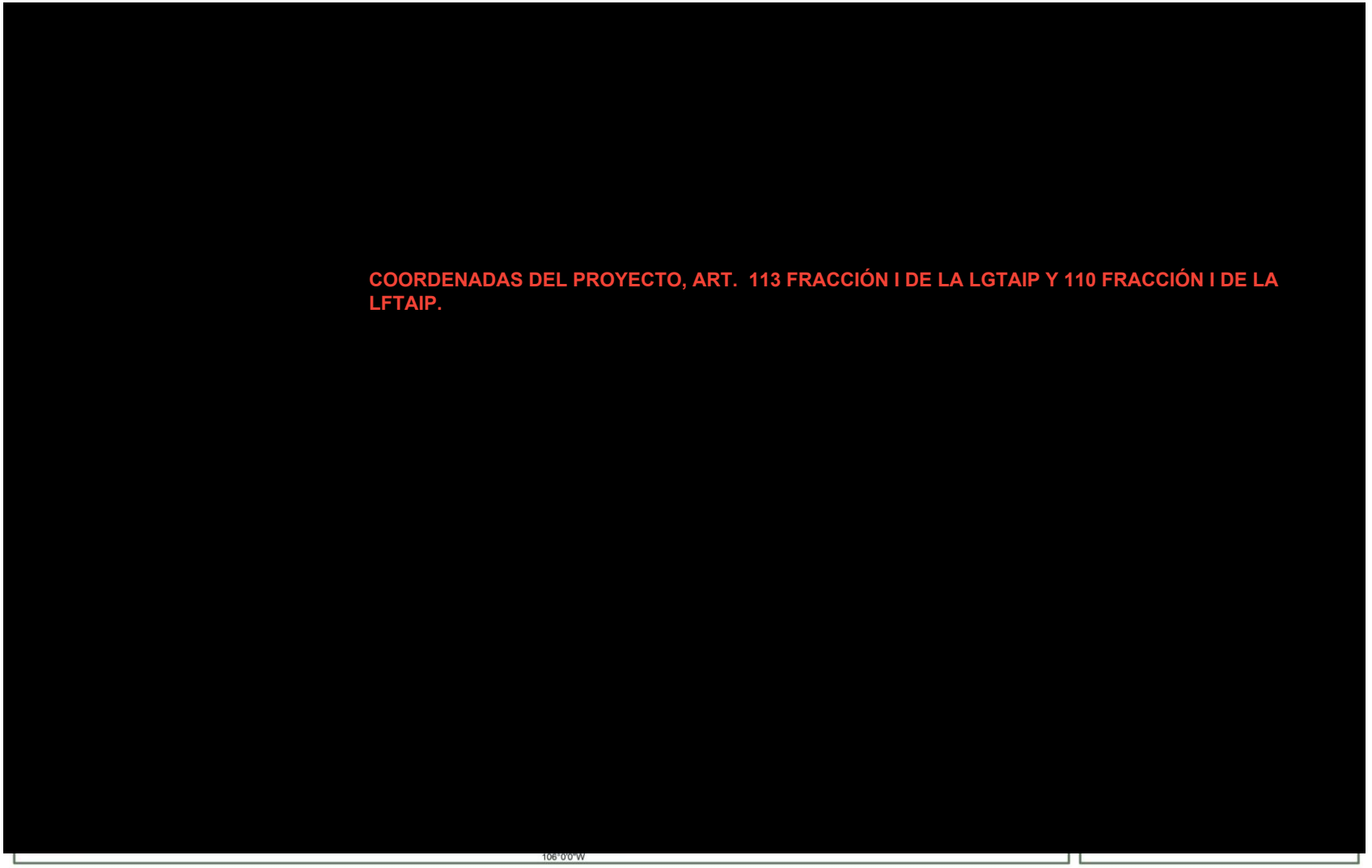


Figura I.2. *Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Buenaventura, Galeana, Nuevo Casas Grande y Casas Grande)***.**



Figura I.3. *Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Bacerac, Huachinera, Villa Hidalgo, Huásabas y Cumpas)**.***



Figura I.4. *Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Arizpe, Cucurpe, Santa Ana y Trincheras)**.***



Figura I.5. *Plano de ubicación del Proyecto (Municipios Trincheras y Pitiquito)**.***



I.1.4. Tiempo de vida útil del proyecto

El proyecto tendrá una vida útil 35 años desglosados de la siguiente manera, cinco años para la etapa de preparación del sitio y construcción y 30 años para la etapa de operación y mantenimiento, la cual podrá prorrogarse por período mayor de conformidad a los mantenimientos realizados una vez dictaminada la vida remante que determine la Unidad de Verificación. Por lo anterior, no se tiene una fecha exacta del cierre y desmantelamiento del proyecto, el cual podrá ejecutar en un período de 3 años.

A continuación, en la tabla I.3. se describe la duración total del proyecto por etapas:

***Tabla I.3**. Duración total del proyecto por etapas.*

Etapa	Semanas/años/meses
Preparación del sitio	---
Construcción	5 años
Operación y mantenimiento	30 años
Abandono	3 años
Total:	35 años

I.1.5. Síntesis del proyecto

A continuación, en la tabla I.4. se describe la síntesis del proyecto (elementos que lo integran y actividades por desarrollar):

***Tabla I.4**. Síntesis del proyecto (elementos que lo integran y actividades por desarrollar).*

Entidad	Municipios	Regulado	Nombre del proyecto	Modalidad
Chihuahua Sonora	**Chihuahua**: Guadalupe, Ahumada, Buenaventura, Nuevo Casas Grandes, Galeana, y Casas Grandes, **Sonora**: Bacerac, Huachinera, Villa Hidalgo, Huásabas, Cumpas, Arizpe, Cucurpe, Santa Ana, Trincheras y Pitiquito.	TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V.	"STGN Sierra Madre (Frontera-Puerto Libertad)".	MIA-R/ER
El proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono de un Sistema de Transporte de Gas Natural con una capacidad de transporte de hasta 2,834 MMSCFD, sobre una superficie de 2,054.34 hectáreas, con una presión de diseño de hasta 1,600 psig, con pretendida ubicación en los municipios de Guadalupe, Ahumada, Buenaventura, Nuevo Casas Grandes, Galeana y Casas Grandes en el estado de Chihuahua, y Bacerac, Huachinera, Villa Hidalgo, Huásabas, Cumpas, Arizpe, Cucurpe, Santa Ana, Trincheras y Pitiquito en el estado de Sonora.			

I.2. Datos generales del Regulado

I.2.1. Nombre o razón social

TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V.

Se anexa copia certificada y copia simple para cotejo del acta constitutiva del Regulado en la sección de anexos denominado Documentación Legal (**Anexo I.2.**).

I.2.1.1. Objeto de la razón social

Llevar a cabo todas las actividades relacionadas con la transportación de Gas Natural, de conformidad con la Ley de Hidrocarburos y demás leyes aplicables en la materia, y ser titular de todos los permisos y autorizaciones gubernamentales, y celebrar todos los acuerdos necesarios relacionados con dichas actividades.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del Regulado

TGS221028ID4. Se anexa copia simple de la Constancia de Situación Fiscal (**Anexo I.3.**).

I.2.3. Cédula Única de Registro del Regulado (CURR)

Aún no cuenta con CURR.

I.2.4. Nombre y cargo del representante legal

El Representante legal del Regulado es **José Luis Vitagliano Novoa.**

Se anexa copia certificada y copia simple para cotejo del documento donde constan los poderes y las facultades del Representante Legal, así como de su identificación oficial vigente como **Anexos I.2** y **I.4**, respectivamente.

I.2.5. Domicilio del Regulado o de su Representante Legal para oír y recibir notificaciones

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL REPRESENTANTE LEGAL, ART. 116 DEL PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

I.3. Datos generales del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

ABF, Servicios Técnicos S.C.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

El RFC de la responsable de la elaboración del presente estudio es AST190327J64, se incluye una copia simple de la Constancia de Situación Fiscal para su consulta como **Anexo I.5**.

I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

NOMBRE, DOMICILIO Y RFC DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 DEL PRIMER PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

dalgo,

I.3.5. Escrito bajo protesta de decir verdad

En apego al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Articulo 36, se adjunta como **Anexo I.7** escrito bajo protesta firmado por el Responsable Técnico.

Anexos del Capítulo I:

Anexo I.1. Plano cartográfico de ubicación del proyecto.

Anexo I.2. Copia certificada y copia simple para cotejo del acta constitutiva del Regulado.

Anexo I.3. Constancia de Situación Fiscal del Regulado.

Anexo I.4. Copia de la identificación oficial vigente del Representante Legal del Regulado.

Anexo I.5. Constancia de Situación Fiscal del responsable de la elaboración del estudio.

Anexo I.6. Copia simple de la Cédula Profesional y la Constancia de Situación Fiscal del Responsable Técnico de la elaboración del estudio.

Anexo I.7. Carta bajo protesta del Responsable Técnico de la elaboración del estudio.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

PROYECTO
"STGN SIERRA MADRE (FRONTERA-PUERTO LIBERTAD)"

CAPITULO II
DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PÁRCIALES DE DESARROLLO

PROMOVENTE DEL PROYECTO:
TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA:
AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)

ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

TABLA DE CONTENIDO

II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PÁRCIALES DE DESARROLLO 1
II.1 Información general del proyecto, plan o programa 1
II.1.1 Naturaleza del proyecto plan o programa 1
II.1.2 Justificación 3
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto 3
II.1.4 Inversión requerida 12
II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa 12
A. Componentes del Sistema de Transporte de Gas Natural 13
A.1 Estaciones de compresión 23
A.2 Sistema de Interconexión 24
A.3 Sistema de filtración 25
A.4 Control de Flujo 26
A.5 Medición 26
A.6 Sistema Analizador de Gases 27
A.7 Sistema de Compresión de Gas 27
A.8 Enfriamiento de Gas Natural 28
A.9 Trampa de Diablos 28
B. Sistemas y servicios auxiliares requeridos 29
B.1 Sistema de Gas Combustible a Turbocompresor 29
B.2 Sistema de Gas de Sellos 29
B.3 Sistema de Recuperación de Condensados 29
B.4 Sistema de Drenaje Aceitoso 30
B.5 Sistema de Generación de Energía 30
B.6 Sistema de Venteo 32
B.7 Sistema de Recuperación de Gas de Venteos 32
B.8 Sistema de aire de instrumentos y aire de planta 33
B.9 Sistema de Agua de Servicio 33
B.10 Sistema de Control 34
B.11 Sistema de Control de Proceso 34
B.12 Sistema de Paro de Emergencia 35
B.13 Sistema de Detección de Gas y Fuego 36
C. Válvulas 36
C.1 Válvulas de Bloqueo ESDV / SDV 36
C.2 Válvulas de Despresurización de Emergencia BDV 38
C.3 Válvulas de Control Modulante 39
C.4 Válvulas de corte XV y HV 40
C.5 Válvulas de Seccionamiento MLV 41
C.6 Válvulas Manuales con Interruptores de Posición 42

C.7 Válvulas de Alivio de Presión....43
C.8 Válvulas Reguladoras....44
C.9 Sistema de Protección Catódica....45
C.10 Sistema Contra Incendio....45
D. Estaciones Compresión....46
D.1 Estación de compresión 1....46
D.2 Estación de compresión 2....47
D.3 Estación de compresión 3....48
D.4 Estación de compresión 4....49
D.5 Estación de regulación, medición y control Puerto Libertad....50
II.2.2 Programa de trabajo....51
II.2.3 Representación gráfica regional....53
II.2.4 Representación gráfica local....54
II.3 Preparación del sitio y construcción....56
II.3.1 Cruce HDD (cruce direccionado)....56
A. Rescate de flora y fauna....56
B. Desmonte....56
II.3.2 Apertura de derecho de vía....57
A. Apertura de zanja....57
B. Despalme....59
C. Drenaje y Desagüe....59
D. Control de polvos....60
E. Tendido de tubería....60
F. Curvado....60
G. Soldadura de tuberías....61
H. Revestimiento de juntas....61
I. Excavación de zanja....62
J. Puesta de tubería....63
II.3.3 Pretapado y tapado de zanja....63
A. Pretapado de la tubería....63
B. Relleno/tapado de zanja....63
C. Pruebas hidróstaticas....64
D. Caliper y secado....64
E. Recomposición del derecho de vía....64
F. Cruzamientos especiales....65
II.3.4 Diseño arquitéctonico que conforman los edificios de la Estación de regulación, medición y control Puerto Libertad y estaciones de compresión (CS-1 a CS4)....79
A. Edificio eléctrico de control....83
B. Caseta de vigilancia....85
C. Taller de mantenimiento....87

D. Cuarto de residuos peligrosos 88
E. Cuarto eléctrico de control 89
F. Cuarto eléctrico de control Estación de regulación, medición y control Puerto Libertad 90
G. Muros 91
H. Escaleras 92
I. Accesos y baquetas 92
J. Pisos 92
K. Cubierta 92
L. Herrerías 93
M. Comisionamiento 98
II.3.5 Obras provisionales 98
II.3.6 Personal requerido para la etapa de preparación del sitio y construcción 101
II.3.7 Maquinaria y equipo para la etapa de preparación del sitio y construcción 102
II.3.8 Insumos, materiales y sustancias para la etapa de preparación del sitio y construcción 103
II.4 Operación y mantenimiento 105
II.4.1 Decripción del proceso 105
A. Interconexión 105
B. Sistema de Filtración 117
C. Control de flujo 117
D. Medición 118
E. Sistema de analizador de gases 119
F. Sistema de compresión de gas 119
G. Enfriamiento de gas natural 120
H. Trampa de Diablos 120
I. Sistema de gas combustible a turbocompresor 120
J. Sistema de gas de sellos 121
K. Sistema de recuperación de condensados 121
L. Sistema de drenaje aceitoso 121
M. Sistema de generación de energía 121
N. Sistema de venteo 123
O. Sistema de recuperación de gas de venteo 123
P. Sistema de aire de instrumentos y aire de planta 124
Q. Sistema de agua de servicio 124
II.4.2 Filosofia de operación 125
A. Tramo frontera – Estación de Compresión 1 (CS-1) 125
A.1 Operación normal 125
A.2 Operación durante la emergencia operativa 126
B. Tramo estación de compresión 1 (CS-1) – Estación de Compresión 2 (CS-2) 127
B.1 Operación normal 127
B.2 Operación durante la emergencia operativa 128

C. Tramo estación de compresión 2 (CS-2) – estación de compresión 3 (CS-3).....129
C.1 Operación normal.....129
C.2 Operación durante la emergencia operativa.....130
D. Tramo estación de compresión 3 (CS-3) – estación de compresión 4 (CS-4).....131
D.1 Operación normal.....131
D.2 Operación durante la emergencia operativa.....132
E. Tramo estación de compresión 4 (CS-4) – Estación de medición, regulación y control Puerto Libertad.....133
E.1 Operación normal.....133
E.2 Operación surante la emergencia operativa.....134
F. Sistemas de control en estaciones de compresión.....135
F.1 Sistemas de Control Proceso.....135
F.2 Sistemas de Paro por Emergencia.....136
F.3 Sistemas de Fuego y Gas.....137
F.4 Sistemas de Detección de Intrusos.....139
F.5 Sistemas de Detección de Fugas.....140
F.6 Sistemas de CCTV.....140
F.7 Sistemas de Comunicaciones.....141
F.8 Ciberseguridad.....141
G. Estación Villa Ahumada CS1.....142
G.1 Alimentación a la Estación de Compresión CS1.....142
G.1.1 Gasoducto Tarahumara.....142
G.1.2 Recepcion de la frontera (proveniente de Waha).....142
G.2 Filtración.....143
G.2.1 Gasoducto Tarahumara.....143
G.2.2 Recepcion de la frontera (proveniente de Waha).....145
G.3 Regulación y Medición.....147
G.3.1 Gasoducto Tarahumara.....147
G.3.2 Recepcion de frontera (proveniente de Waha).....149
G.4 Compresión y Enfriamiento.....151
G.4.1 Sistema de Compresión.....151
G.4.2 Sistema de Enfriamiento.....152
G.5 Descarga de la estación de compresión.....153
G.6 Válvula de seccionamiento en By-Pass de CS-1.....154
G.7 Paro de la estación de compresión.....154
G.7.1 Paro normal por mantenimiento.....154
G.7.2 Paro del sumistro del gas natural.....155
G.7.3 Gas Natural Fuera de Especificación.....155
G.8 Servicios auxiliares.....156
G.8.1 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-1001) A Turbina.....156

G.8.2 Sistema de Acondicionamiento De Gas Combustible (PK-FG-1002) A Turbina 157
G.8.3 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-1002) A Turbina 158
G.8.4 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-1004) A Turbina 159
G.8.5 Sistema de venteo de gas 160
G.8.6 Sistema de recuperación de gas 161
H. Estación Mata Ortíz CS2 162
H.1 Alimentación a la estación de compresión 162
H.2 Filtración 163
H.3 Compresión y Enfriamiento 165
H.3.1 Sistema de Compresión 165
H.3.2 Sistema de Enfriamiento 166
H.4 Descarga de la estación de compresión 167
H.5 Válvula de seccionamiento en By-Pass de CS-2 168
H.6 Paro de la estación de compresión 169
H.6.1 Paro normal por mantenimiento 169
H.6.2 Paro del sumistro del Gas Natural 169
H.7 Servicios auxiliares 169
H.7.1 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-2001) a Turbina 170
H.7.2 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-2002) a Turbina 171
H.7.3 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-2003) a Turbina 172
H.7.4 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-2004) a Turbina 173
H.7.5 Sistema de Venteo de Gas 174
H.7.6 Sistema de Recuperación de Gas 174
I. Estación de Cumpas CS3 176
I.1 Alimentación a la estación de compresión 176
I.2 Filtración 177
I.3 Compresión y Enfriamiento 179
I.3.1 Sistema de Compresión 179
I.3.2 Sistema de Enfriamiento 180
I.4 Descarga de la Estación de Compresión 181
I.5 Válvula de Seccionamiento en By-Pass de CS-3 182
I.6 Paro de la estación de compresión 182
I.6.1 Paro normal por mantenimiento 182
I.6.2 Paro del suministro de gas natural 183
I.7 Servicios auxiliares 183
I.7.1 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-3001) a Turbina 183
I.7.2 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-3002) a Turbina 184
I.7.3 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-3003) a Turbina 185
I.7.4 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-3004) a Turbina 187
I.7.5 Sistema de venteo de gas 188

I.7.6 Sistema de recuperación de gas 188
J. Estación Santa Rosa CS4 189
J.1 Alimentación a la estación de compresión 189
J.1.1 Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") 189
J.1.2 Gasoducto de estación compresión Cumpas CS3 190
J.2 Filtración 191
J.2.1 Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") 191
J.2.2 Gasoducto de estación compresión Cumpas CS3 193
J.3 Regulación y Medición 195
J.3.1 Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") 195
J.3.2 Gasoducto de estación compresión Cumpas CS3 197
J.4 Compresión y Enfriamiento 197
J.4.1 Sistema de Compresión 197
J.4.2 Sistema de Enfriamiento 198
J.5 Descarga de la estación de compresión 199
J.6 Válvula de Seccionamiento en By-Pass de CS-4 200
J.7 Paro de la estación de compresión 201
J.7.1 Paro normal por mantenimiento 201
J.7.2 Paro del suministro de gas natural 201
J.7.3 Gas natural fuera de especificación 202
J.8 Servicios auxiliares 202
J.8.1 Sistema de acondicionamiento de gas combustible (PK-FG-4001) a Turbina 203
J.8.2 Sistema de acondicionamiento de gas combustible (PK-FG-4002) a turbina 204
J.8.3 Sistema de acondicionamiento de gas combustible (PK-FG-4003) a turbina 205
J.8.4 Sistema de acondicionamiento de gas combustible (PK-FG-4004) a turbina 206
J.8.5 Sistema de venteo de gas 207
J.8.6 Sistema de recuperación de gas 207
K. Estación de Regulación, Medición y Control Puerto Libertad 208
K.1 Alimentación a la Estación de Regulación, Medición y Control Puerto Libertad 209
K.2 Filtración 210
K.3 Regulación y Medición 211
K.4 Servicios auxiliares 213
II.4.3 Mantenimiento del Sistema de Transporte de Gas Natural 214
II.4.4 Desmantelamiento y abandono de instaciones 237
A. Programa de Desmantelamiento, Cierre y Abandono 237
A.1 Objetivo 237
A.2 Garantía financiera 237
A.3 Actividades de acondicionamiento y cierre temporal del STGN al terminar la etapa de construcción sujetas en el DDV a vigilancia y celaje 237
A.3.1 Abandono después de las tareas de construcción 237

A.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones....242
A.5 Desmantelamiento y abandono definitiva de las instalaciones del Sistema de Transporte de Gas natural....243
A.5.1 Limpieza, desmovilización y restauración, finalizada la vida útil del proyecto....243
A.6 Plan de Restauración....243
A.7 Plan de Revegetación....244
A.8 Manejo y disposición final de sustancias o residuos peligrosos....245
A.9 Monitoreo y seguimiento a las actividades específicas en el Programa de Desmantelamiento, Cierre y Abandono....245
A.9.1 Seguimiento a la revegetación....245
A.9.2 Desarrollo del informe final del Programa de Desmantelamiento, Cierre y Abandono 245
II.4.5 Residuos....246
II.4.6 Generación de gases de efecto invernadero....249

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Esquematización general del STGN del proyecto. 2
Figura II.2. Perfil del gasoducto STGN Sierra Madre (Frontera-Puerto Libertad).....9
Figura II.3. Diagrama del STGN Sierra Madre (Frontera-Puerto Libertad). 19
Figura II.4. Diagrama de la estación de compresión CS-1. 47
Figura II.5. Diagrama de la estación de compresión CS-2. 48
Figura II.6. Diagrama de la estación de compresión CS-3. 49
Figura II.7. Diagrama de la estación de compresión CS-4. 50
Figura II.8. Diagrama de la estación EMRyC. 51
Figura II.9. Representación gráfica regional. 53
Figura II.10. Representación gráfica local 1. 54
Figura II.11. Representación gráfica local 2. 55
Figura II.12. Perforación direcccional para el cruce del gasoducto de EUA-México. 56
Figura II.13. Remoción de la capa vegetal. 57
Figura II.14. Ancho del derecho de vía temporal y permanente. 58
Figura II.15. Estructura de Seguridad. 59
Figura II.16. Arreglo general estación de compresión CS1. 80
Figura II.17. Arreglo general estación de compresión CS2. 80
Figura II.18. Arreglo general estación de compresión CS3. 81
Figura II.19. Arreglo general estación de compresión CS4....81
Figura II.20. Arreglo general Estación de regulación, medición y control Puerto Libertad 82
Figura II.21. Arreglo general (Típico para MLV´s). 82
Figura II.22. Planta arquitéctonica planta baja. 84
Figura II.23. Planta arquitéctonica planta alta. 85

Figura II.24. Planta arquitéctonica de azotea. 85
Figura II.25. Planta arquitéctonica de caseta de vigilancia. 87
Figura II.26. Planta arquietéctonica del taller de mantenimiento. 88
Figura II.27. Plano arquitéctonico del cuarto de residuos peligrosos. 89
Figura II.28. Plano arquitéctonico del cuarto eléctrico de control. 90
Figura II.29. Plano arquitéctonico de la EMRyC Puerto Libertad. 90
Figura II.30. Diagrama de flujo de proceso escenario 1. 108
Figura II.31. Diagrama de flujo de proceso escenario 2. 109
Figura II.32. Diagrama de flujo de proceso escenario 3. 110
Figura II.33. Diagrama de flujo de proceso escenario 4. 111
Figura II.34. Diagrama de flujo de proceso escenario 5. 112
Figura II.35. Diagrama de flujo de proceso escenario 6. 113
Figura II.36. Diagrama de flujo de proceso escenario 7. 114
Figura II.37. Diagrama de flujo de proceso escenario 8. 115
Figura II.38. Diagrama de flujo de proceso escenario 9. 116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Ubicación de la ruta del ducto por municipio. 3
Tabla II.2. Ubicación de estaciones superficiales. 8
Tabla II.3. Ubicación de válvulas de seccionamiento. 8
Tabla II.4. Planos generales del trazo del gasoducto e instalaciones superficiales. 11
Tabla II.5. Especificaciones técnicas del proyecto. 12
Tabla II.6. Capacidades de diseño y operativas del proyecto. 12
Tabla II.7. Componentes generales del proyecto. 13
Tabla II.8. Superficies de los componentes del proyecto por uso de suelo y vegetación. 13
Tabla II.9. Condiciones de operación del gasoducto. 18
Tabla II.10. Tipos de clasificación del gasoducto. 19
Tabla II.11. Especificaciones técnicas del proyecto 22
Tabla II.12. Capacidades de diseño y operativas del proyecto. 22
Tabla II.13. Equipos principales en las estaciones del Sistema de Transporte de Gas Natural. 23
Tabla II.14. Resumen de condiciones de operación para los escenarios del proyecto. 24
Tabla II.15. Sistemas de filtración. 25
Tabla II.16. Patines de regulación. 26
Tabla II.17. Patines de medición. 26
Tabla II.18. Características de las centrales de generación en cada estación de compresión del proyecto. ..32
Tabla II.19. Programa de trabajo del proyecto. 52
Tabla II.20. Cruzamientos del gasoductos. 67
Tabla II.21. Planos típico civiles de construcción del gasoducto de 48". 79

Tabla II.22. Planos civiles de las instalaciones de compresión y EMRyC del proyecto. 93
Tabla II.23. Planos civiles de terracerías de las estaciones de compresión y EMRyC. 94
Tabla II.24. Planos estructurales de las instalaciones estaciones de compresión y EMRyC del proyecto. 94
Tabla II.25. Ubicación de los campamentos. 100
Tabla II.26. Requerimientos de personal para la preparación del sitio y construcción. 101
Tabla II.27. Maquinaria y equipo para la preparación del sitio y construcción. 103
Tabla II.28. Materiales y substancias. 104
Tabla II.29. Equipos principales en las estaciones del STGN. 105
Tabla II.30. Resumen de condiciones de operación para los escenarios del proyecto. 106
Tabla II.31. Diagramas de flujo de 9 escenarios de operación del proyecto. 106
Tabla II.32. Sistemas de filtración. 117
Tabla II.33. Patines de regulación. 117
Tabla II.34. Patines de medición. 118
Tabla II.35. Documentos de referencia SCP. 136
Tabla II.36. Documentos de referencia SPE. 137
Tabla II.37. Documentos de referencia SFG. 138
Tabla II.38. Documentos de referencia SDI. 139
Tabla II.39. Documentos de referencia de proceso de la estación CS1. 161
Tabla II.40. Documentos de referencia de proceso de la estación CS2. 175
Tabla II.41. Documentos de referencia de proceso de la estación CS3. 188
Tabla II.42. Documentos de referencia de proceso de la estación CS4. 208
Tabla II.43. Documentos de referencia de proceso de la EMRyC Puerto Libertad. 213
Tabla II.44. Programa preliminar de operación y mantenimiento para gasoducto, CS-1 a CS4, EMRyC y MLV's 215
Tabla II.45. Cantidad de residuos a generar. 246
Tabla II.46. Tipos de residuos peligrosos a generar en las diferentes etapas del proyecto. 246
Tabla II.47. Estimación de las emisiones de gases contaminnates generados por la maquinaria y equipo. .250

II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PÁRCIALES DE DESARROLLO

TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V. ha iniciado el desarrollo de un proyecto que involucra un nuevo sistema de transporte de gas natural (STGN), teniendo el punto de partida en el Hub de Waha en el estado de Texas, dentro de los Estados Unidos de América (EUA) y el punto de entrega en la Terminal GNL de Sonora (Gas Natural Licuado, GNL) localizada en Puerto Libertad, municipio de Pitiquito, Sonora, en los Estados Unidos Mexicanos (México), para ser ahí procesado y exportado. El desarrollo de este sistema se identificará como el proyecto **"STGN Sierra Madre (Frontera-Puerto Libertad)"**.

Dicho proyecto considera la construcción de un gasoducto de 48" de diámetro nominal y una longitud aproximada de 800 km, además de cuatro nuevas estaciones de compresión (CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4), de las cuales, las estaciones 1 y 4 podrán adicionalmente recibir gas natural de los gasoductos Tarahumara propiedad de Tarahumara Pipeline, S. de R. L. de C. V. de Fermaca y del Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") propiedad de Carso Gasoducto Norte, S.A. C.V. , respectivamente. Asimismo, se considera la construcción de una nueva Estación de Medición Regulación y Control (EMRyC) en la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad.

II.1 Información general del proyecto, plan o programa

El alcance del presente proyecto es la instalación de un STGN con la finalidad de suministrar dicho combustible a la Terminal GNL de Sonora localizada en Puerto Libertad, Sonora, en México, para ser ahí procesado y exportado.

Para esto, se diseñarán 4 estaciones de compresión, un gasoducto de 48" x 800 km de longitud aproximadamente y una EMRyC en Puerto Libertad. El límite de batería del proyecto se extiende desde el punto de interconexión en la frontera en el estado de Chihuahua (KM 00+000) hasta la EMRyC en la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad en el estado de Sonora (KM 800+000).

Es importante mencionar que la ingeniería y la información aquí presentada corresponde a la infraestructura del sistema de transporte ubicado en el lado mexicano, a partir del cruce fronterizo proveniente del estado de Texas. La estación de entrega del lado de Texas deberá realizar la medición y monitoreo de la calidad de gas (considerando la instalación de los analizadores y cromatógrafos solicitados en la norma NOM-001- SECRE-2010), y enviará las señales del flujo medido al Sistema de Control de Proceso (SCP) del lado mexicano. La perforación en el cruce de la frontera en el río Bravo será tipo HDD (Horizontal Directional Drill), donde se realizará la transferencia de custodia del gas.

La medición fiscal que corresponde al proyecto se tendrá en la estación de compresión CS-1 (KM 119+000), en donde se tendrán patines de medición y analizadores de gas tanto para la llegada del gas de la frontera (proveniente de Waha) como para la llegada del gas proveniente del gasoducto Tarahumara (Fermaca). Por su parte, en la estación CS-4 (KM 632+000) se tendrá medición de la aportación del gas proveniente del gasoducto Samalayuca-Sásabe.

En la EMRyC de Puerto Libertad se tendrá regulación y medición de flujo y análisis de calidad previo al envío del gas hacia los trenes de licuefacción de la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad.

II.1.1 Naturaleza del proyecto plan o programa

El proyecto consiste en conjunto de obras y actividades para la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como el desmantelamiento y abandono de un STGN que considera el siguiente conjunto de obras dentro de los municipios de Ahumada, Buenaventura, Casas Grandes, Galeana, Guadalupe y Nuevo

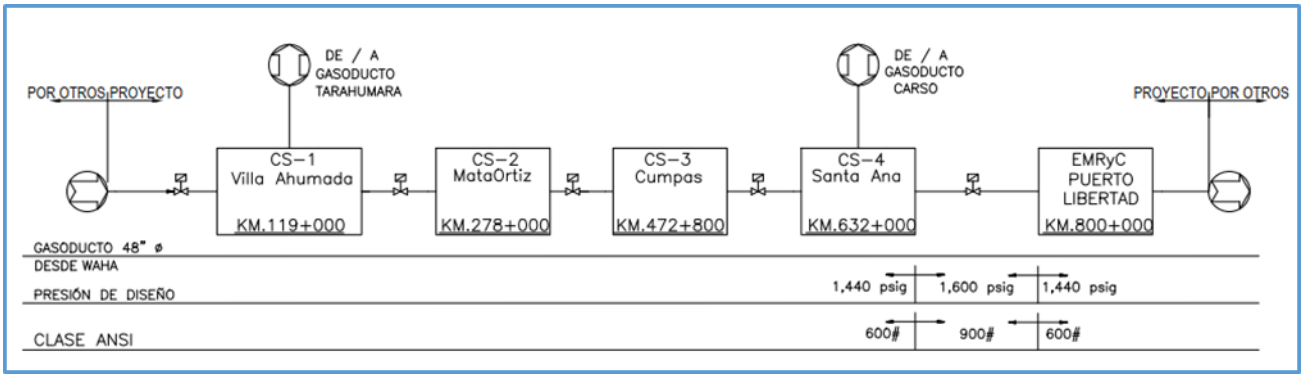
Casas Grandes en el estado de Chihuahua y los municipios de Arizpe, Bacerac, Cucurpe, Cumpas, Huachinera, Huásabas, Pitiquito, Santa Ana, Tricheras y Villa Hidalgo en el estado de Sonora.

Los elementos principales del proyecto son:

- Punto de recepción del gas en el cruce de la frontera de Chihuahua con EUA.
- Gasoducto de 48" de diámetro y 800 km de longitud aproximadamente.
- 4 estaciones de compresión.
- Estación EMRyC de entrega en Puerto Libertad.
- 27 Válvulas de seccionamiento (MLV's)

El sistema de transporte se esquematiza de manera general en la siguiente figura:

Figura II.1. Esquematización general del STGN del proyecto.



A la luz de las consideraciones vertidas, la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R), se somete a evaluación ante la Agencia de Seguridad Industrial y de Protección al Ambiente (también conocida como, Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) (ASEA) de conformidad con lo establecido en el artículo 28, fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y los artículos 5º apartado D, fracción VII, apartado O, fracción I y apartado R, fracción I del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), por tratarse de un sistema de transporte de gas natural que requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la realización de obras dentro de ciertos causes federales.

Asimismo, el gas natural presente en la operación del proyecto, es una sustancia considerada en el rubro de "Actividades Altamente Riesgosas" (AAR), debido a los volúmenes a recibir, manejar y comprimir, por lo que se debe contar con un Estudio de Riesgo de acuerdo con la guia del Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos (ARSH). Es así que, es importante acotar que el proyecto incluye en sus instalaciones permanentes dicha sustancia listada, por lo que en cumplimiento al artículo 30 segundo párrafo de la LGEEPA y el artículo 18 del REIA, se presenta en anexo para su evaluación el ER correspondiente.

A efecto de facilitar la evaluación y alternativas para la ubicación del proyecto, así como en atención al punto 7.3 de la norma **NOM-ASEA-007-2016 TRANSPORTE DE GAS NATURAL, ETANO Y GAS ASOCIADO AL CARBÓN MINERAL POR DUCTOS**, se determinó una franja de caracterización (FC) o área de influencia (AI) de 800 metros a cada lado del ducto (en total 1,600 m) alineando este valor con el criterio definido para la caracterización de las áreas vulnerables de la Guía ARSH. Esto permite el hacer frente a las variables ambientales, técnicas y de liberación de los predios que se requieren en el derecho de via del proyecto.

La FC comúnmente planteada para este tipo de proyectos lineales y utilizada en el proyecto, es un área con capacidad de respuesta uniforme a estímulos y comportamientos, por lo que se prevé que los impactos derivados del proyecto tendrán una afectación de igual magnitud dentro de la misma. Su establecimiento obedece a la necesidad de contar con información precisa, para que en caso de considerar variaciones que pudieran presentarse como resultado de ajustes a la trayectoria u otros cambios de ubicación de instalaciones que fueran necesarios, como consecuencia de la complejidad para la adquisición de predios en áreas adicionales requeridas al derecho de vía existente, se haga sobre un área previamente evaluada, obedeciendo básicamente a las variaciones que pudieran presentarse en la misma, como resultado de la delimitación del área de influencia o FC.

II.1.2 Justificación

Análisis de demanda potencial

En cumplimiento a la Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía (CRE) expide las Disposiciones Administrativas de Carácter general que establecen los requisitos para la presentación de las solicitudes para la obtención de permisos de transporte, almacenamiento, distribución, licuefacción, regasificación, compresión, descompresión, expendio al público y gestión de sistemas integrados de gas natural, aprobadas por la CRE mediante la Resolución RES/577/2015 y su correspondiente Anexo 1 en el que se incluye el formato de la solicitud universal para el permiso de transporte por ductos de gas natural, Transportadora de Gas Sierra Madre, S. de R. L. de C. V. ("TGSM") exhibe la siguiente información respecto al análisis de demanda potencial del proyecto propuesto:

El 100% de la demanda del ducto de transporte a ser construido por TGSM, se originará de la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad que se encuentra en proceso de desarrollo por Mexico Pacific Land Holdings, S. de R. L. de C. V. y las necesidades de gas natural dependerán a su vez, principalmente de la demanda de gas natural licuado de los mercados internacionales a los que atenderá la Terminal por lo que el proyecto solo tiene por objetivo proveer de GN a la Terminal

La demanda por gas natural que se pretende cubrir mediante el gasoducto, -que tendrá una longitud de 800 km y un diámetro nominal de 48"; así como una presión de diseño de 1440 psig (9930 kPag)- podrá alcanzar hasta una demanda equivalente a la capacidad de entrega promedio de 74.8 MMSCMD (2640 MMSCFD). No obstante, el segmento final estará diseñado para picos de capacidad de entrega (demanda) de hasta 80.2 MMSCMD (2834 MMSCFD) con una presión de diseño de 1,580 psig (10,894 kPag).

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

La ruta del **STGN** se desarrolla entre los estados de Chihuahua y Sonora, en la siguiente tabla e imagenes se muestran los municipios que cruza la trayectoria del ducto:

Tabla II.1. Ubicación de la ruta del ducto por municipio.

No.	Transecto	Estado	Municipio	KM inicial	Km final	Longitud (km)
1	Inicio	Chihuahua	Guadalupe	-0+450.00	0+000.00	31,282.00
2	MLV-60100 KM 0+000	Chihuahua	Guadalupe	0+000.00	30+750.00	
3	MLV-60101 KM 30+750	Chihuahua	Ahumada	30+750.00	60+850.00	143,015.00
4	MLV-60102 KM 60+850.00	Chihuahua	Ahumada	60+850.00	91+450.00	
5	MLV-60103 KM 91+450.00	Chihuahua	Ahumada	90+000.00	119+000.00	

No.	Transecto	Estado	Municipio	KM inicial	Km final	Longitud (km)
6	Estación de compresión 10404 Km 119+000.00	Chihuahua	Ahumada	119+000.00	151+000.00	
7	MLV-60205 KM 151+000.00	Chihuahua	Ahumada	151+000.00	167+850.00	
8		Chihuahua	Ahumada	177+090.00	181+700.00	
9		Chihuahua	Buenaventura	167+850.00	177+090.00	
10		Chihuahua	Buenaventura	181+700.00	183+000.00	36,950.00
11	MLV-60206 KM 183+000.00	Chihuahua	Buenaventura	183+000.00	210+390.00	
12		Chihuahua	Galeana	210+390.00	215+000.00	32,007.00
13	MLV-60207 KM 215+000.00	Chihuahua	Galeana	215+000.00	242+550.00	
14		Chihuahua	Casas Grandes	242+550.00	246+600.00	
15	MLV-60208 KM 246+600.00	Chihuahua	Casas Grandes	246+600.00	265+070.00	
16		Chihuahua	Casas Grandes	265+070.00	278+000.00	
17	Estación de compresión-20409 KM 278+000.00	Chihuahua	Casas Grandes	278+000.00	304+200.00	22,754.00
18	MLV-60310 KM 304+200.00	Chihuahua	Casas Grandes	304+200.00	331+600.00	
19	MLV-60311 KM 304+200.00	Chihuahua	Nuevo Casas Grandes	331+600.00	333+620.00	
20		Sonora	Bacerac	333+620.00	349+650.00	14,522.00
21		Sonora	Huachinera	349+650.00	362+950.00	
22	MLV-60312 KM 362+950.00	Sonora	Huachinera	362+950.00	390+650.00	49,042.00
23	MLV-60313 KM 390+650.00	Sonora	Huachinera	390+650.00	397+070.00	
24	MLV-60314 KM 421+750.00	Sonora	Villa Hidalgo	397+070.00	421+750.00	
25		Sonora	Villa Hidalgo	421+750.00	444+660.00	52,058.00
26		Sonora	Villa Hidalgo	448+040.00	449+130.00	
27		Sonora	Huasabas	444+660.00	448+040.00	0.708
28		Sonora	Cumpas	449+130.00	452+000.00	
29	MLV-60315 KM 452+000.00	Sonora	Cumpas	452+000.00	472+800.00	39,660.00
30	Estación de Compresión-30416 KM 472+800.00	Sonora	Cumpas	472+800.00	489+740.00	
31		Sonora	Arizpe	489+740.00	504+200.00	
32	MLV-60417 KM 504+200.00	Sonora	Arizpe	504+200.00	536+200.00	55,333.00
33	MLV-60418 KM 536+200.00	Sonora	Arizpe	536+200.00	544+210.00	
34		Sonora	Cucurpe	544+210.00	568+200.00	42,061.00
35	MLV-60419 KM 568+200.00	Sonora	Cucurpe	568+200.00	585+850.00	

No.	Transecto	Estado	Municipio	KM inicial	Km final	Longitud (km)
36		Sonora	Santa Ana	585+850.00	600+200.00	55,158.00
37	MLV-60420 KM 600+200.00	Sonora	Santa Ana	600+200.00	632+000.00	
38	Estación de Compresión-40421 KM 632+000.00	Sonora	Santa Ana	632+000.00	641+900.00	
39		Sonora	Trincheras	641+900.00	661+100.00	69,527.00
40	MLV-60522 KM 661+100.00	Sonora	Trincheras	661+100.00	688+650.00	
41	MLV-60523 KM 688+650.00	Sonora	Trincheras	688+650.00	710+580.00	
42		Sonora	Pitiquito	710+580.00	717+300.00	88,948
43	MLV-60524 KM 717+300.00	Sonora	Pitiquito	717+300.00	744+200.00	
44	MLV-60525 KM 744+200.00	Sonora	Pitiquito	744+200.00	772+350	
45	MLV-60526 KM 772+350.00	Sonora	Pitiquito	772+350	800+000.00	

En **el Anexo II.1**, Carpeta ubicación del proyecto se encuentra el archivo kml del proyecto que integra todos sus componentes.

Figura II. 1. Municipios Guadalupe y Ahumada.

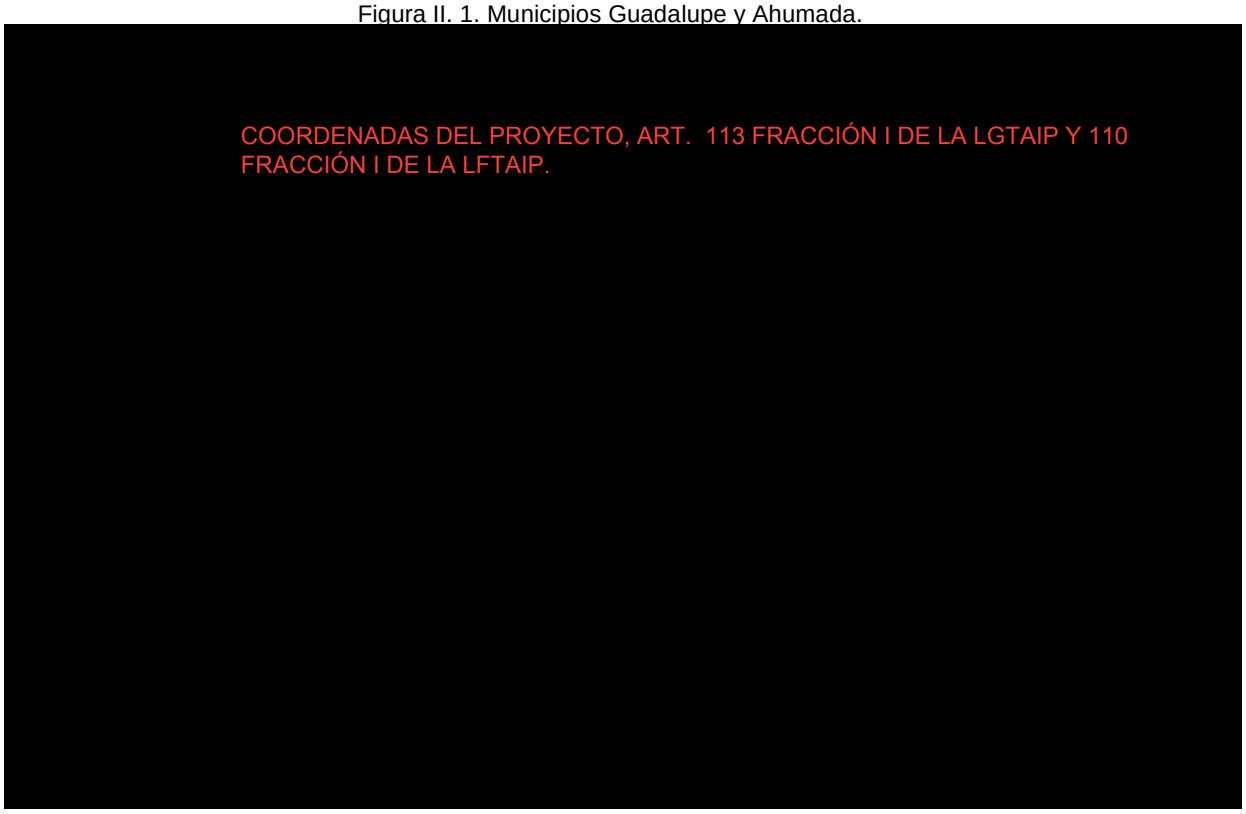


Figura II. 2. Municipios de Buenaventura, Galeana, Nuevo Casas Grandes y Casas Grandes



Figura II. 4. Municipios de Arizpe, Cucurpe, Santa Ana y Trincheras.



La ubicación de la Infraestructura del proyecto es la siguiente:

Tabla II.2. Ubicación de estaciones superficiales.

Instalación	Objetivo	Municipio	KM	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)
CS-1	Estación de Medición, Regulación y Compresión	Ahumada, Chihuahua, México.	119+000	353,843.00	3,363,763.00	1200
CS-2	Estación de Compresión	Mata Ortiz, Chihuahua, México.	278+000	780,856.00	3,340,040.00	1540
CS-3	Estación de Compresión	Cumpas, Sonora, México.	472+800	619,037.00	3,338,867.00	898
CS-4	Estación de Medición, Regulación y Compresión	Santa Ana, Sonora, Mexico.	632+000	477,563.00	3,380,831.00	680
EMRyC Puerto Libertad	Estación de Medición y Regulación	Pitiquito, Sonora, México.	800+000	29°53'22.85"N	112°39'26.71"W	6

Por su parte, las válvulas de seccionamiento (MLV) serán ubicadas de acuerdo con la siguiente tabla, y en cumplimiento con las distancias máximas establecidas en la norma **NOM-007-ASEA-2016**.

Tabla II.3. Ubicación de válvulas de seccionamiento.

Válvula	Km	Coordenadas R13		Región UTM
		X	Y	
MLV-60100	0+000	[redacted]		13
MLV-60101	30+750			13
MLV-60102	60+850			13
MLV-60103	91+450			13
MLV-10404*	119+000			13
MLV-60205	151+000			13
MLV-60206	183+000			13
MLV-60207	215+000			13
MLV-60208	246+600			13
MLV-20409*	278+000			12
MLV-60310	304+200			12
MLV-60311	331+600			12
MLV-60312	362+950			12
MLV-60313	390+650			12
MLV-60314	421+750			12
MLV-60315	452+000			12

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Válvula	Km	Coordenadas R13		Región UTM
		X	Y	
MLV-30416*	472+800	619037.00	3338867.00	12
MLV-60417	504+200			12
MLV-60418	536+200			12
MLV-60419	568+200			12
MLV-60420	600+200			12
MLV-40421*	632+000			12
MLV-60522	661+100			12
MLV-60523	688+650			12
MLV-60524	717+300			12
MLV-60525	744+200			12
MLV-60526	772+350			12

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

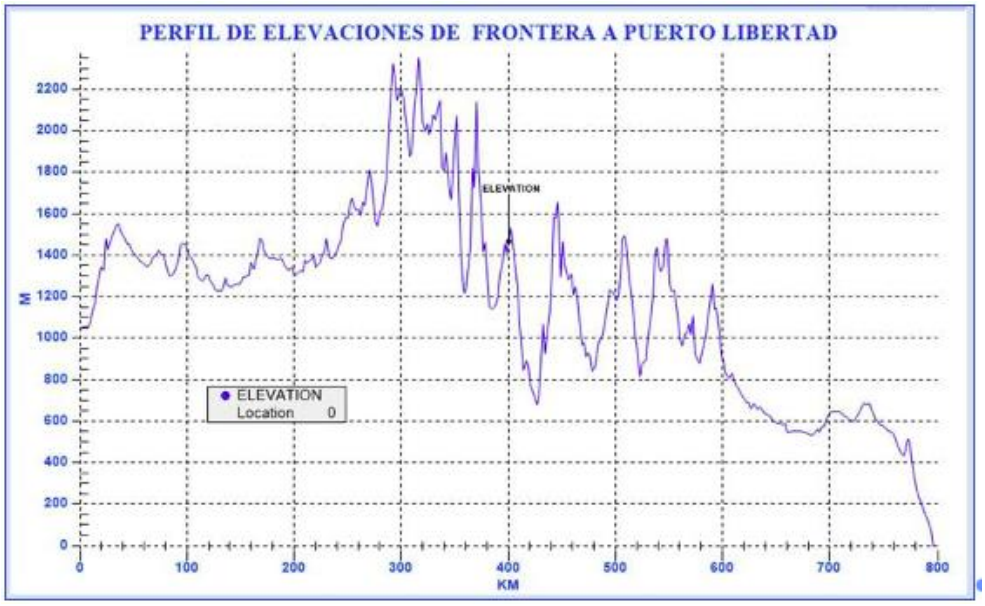
*Válvulas de seccionamiento dentro de las estaciones de compresión.

Perfil del gasoducto

La elevación de la trayectoria a la frontera ubicada en el municipio de Guadalupe, Chihuahua, México, inicia a una elevación de 1042 msnm, y se extiende en dirección suroeste hacia el sitio de la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad, en el municipio de Pitiquito, Sonora, México, hasta la elevación cercana al nivel del mar (6 msnm).

El detalle del perfil de los 800 km del gasoducto de 48" se presenta en la siguiente figura.

Figura II.2. Perfil del gasoducto STGN Sierra Madre (Frontera-Puerto Libertad).



Descripción breve de la ruta

Al inicio del sistema se tendrá un cruce tipo HDD (horizontal dirigido) con una longitud aproximada de 477 m en la frontera entre Mexico y EUA para la línea proveniente de Waha de 48" siendo este el principal punto de suministro de gas al sistema.

Las coordenadas 454,466.00 este y 3,422,528.00 norte, Región 13, corresponde al punto de transferencia de custodia y el inicio del sistema de transporte Sierra Madre en el punto exacto de la frontera Mexico-EUA en el Río Bravo. A partir de este punto ubicado en el municipio de Guadalupe, Chihuahua, el proyecto sigue trayectoria hacia el suroeste rumbo al municipio de Ahumada, los principales cruces con que se tienen en la trayectoria son los siguientes:

- Sierra de San Martin del Borracho km 19+000.00
- Gasoducto Tarahumara Fermaca 20" km119+093.35

En el km 119+000 se ubicará la estación de compresión 01 (CS-01) en el municipio de Ahumada, en Chihuahua donde se localizará también la estación de medición fiscal del gas que viene de Waha Texas y la interconexión con el gasoducto Tarahumara de Fermaca, saliendo de la estación el ducto continuará en dirección oeste, donde los principales cruces que se tienen a lo largo de la trayectoria son los siguientes:

- Vía de Ferrocaril (FFCC) km 119+412.17.
- Carretera estatal 45 (peaje) el Sueco - Miguel Ahumada km119+447.18.
- Ductos de Pemex km 120+710.45.
- Carretera estatal Chihuahua 19/7 Villa Ahumada - Flores Magón km139+765.33.
- Camino asfaltado El Llano - El Progreso km 193+035.01.
- Carretera estatal Chihuahua 141 col. El valle - Cerro Blanco km 202+542.49.
- Río Santa María km 228+863.66.
- Río Palanganas km 272+373.93.
- Carretera estatal 4 Casas Grandes - Juan Mata Ortiz km 272+893.90.
- Vía de Ferrocaril (FFCC línea en desuso) km 274+524.10.

En el km 278+000 se ubicará la Estación de Compresión 02 (CS-2) en el municipio de Casas Grandes, Chihuahua. Saliendo de la estación el ducto continuará en dirección oeste, donde los principales cruces y aspectos relevantes que se tienen en la trayectoria son los siguientes:

- En el km 282+000 inicia la Sierra Madre Occidental, por donde la ruta se prolongará por 300 km más.
- Carretera pavimentada Juan Mata - Ortiz Meza del Huracán km 294+607.53.
- Carretera municipal (Ejido Ignacio Zaragoza) km 304+212.78.
- En el km 333+620 termina el estado de Chihuahua e inicia el de Sonora.
- Rio Bavispe km 353+949.6.
- Carretera estatal 69 El Coyote - Huachinera – Bacerac km 376+091.43.

En el km 472+800 se ubicará la estación de compresión 03 (CS-3) en el municipio de Cumpas, Sonora. Saliendo de la estación el ducto continuará en dirección noroeste, donde los principales cruces que intersecta la trayectoria son los siguientes:

- Carretera federal libre 17 Moctezuma - Agua Prieta km 473+172.59.
- Carretera estatal 89 Mazocahui - Arizpe – Cananea km 522+269.2.
- Río San Miguel de Horcasitas km 574+478.95.
- Carretera Estatal 54 Magdalena-Cucurpe-Sinoquipe km 576+972.29.
- En el km 594+000 termina la Sierra Madre Occidental.
- Gasoducto Naco Hermosillo km 616+393.54.
- Carretera federal peaje 15 Hermosillo-Nogales km 616+696.01.
- Carretera estatal 52 Santa Ana - el claro km 622+202.04.
- Río el Coyotillo km 629+050.6.

En el km 632+000 se ubicará la estación de compresión 04 (**CS.4**) en el municipio de Santa Ana, Sonora donde se localizará también la interconexión con el gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") propiedad de CARSO Gasoducto Norte . Saliendo de la estación el ducto continuará en dirección suroeste, donde los principales cruces que se presentan durante la trayectoria son los siguientes:

- Rio Magdalena km 657+761.24.
- Vía Ferrocaril (FFCC Ferromex – Pascualitos - Benjamín Hill) km 661+470.65.
- Arroyo el Bamuri 721+074.24.
- Arroyo el Dátil km 766+088.54.
- Gasoducto Sásabe-Guaymas gasoductos de Agua Prieta km 781+072.99.
- Ramal a Puerto Libertad del gasoducto Sásabe-Guaymas gasoductos de Agua Prieta km 796+240.00.

La mayor cantidad de cruces será con corrientes naturales de agua intermitentes que solo tiene cause en épocas de lluvias (escurrimientos y arroyos menores).

Tabla II.4. Planos generales del trazo del gasoducto e instalaciones superficiales.

Nombre	Clave de plano	Anexo
Plano general ducto de 48"	SM-0600-WOR-CV-GAD-00001-S_00.pdf	**Anexo II.2**. Carpeta Plano General Referenciado
Plano ruta gasoducto de 48" km 0+000 a 270+000	SM-0600-WOR-CV-DWG-00020-01-S_00.pdf	
Plano ruta gasoducto de 48" km 270+000 a 400+000	SM-0600-WOR-CV-DWG-00020-02-S_00.pdf	
Plano ruta gasoducto de 48" km 400+000 a 600+000	SM-0600-WOR-CV-DWG-00020-03-S_00.pdf	
Plano ruta gasoducto de 48" km 600+000 a 800+000	SM-0600-WOR-CV-DWG-00020-04-S_00.pdf	

II.1.4 Inversión requerida

DATOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA MORAL (MONTO DE INVERSIÓN, CUENTA BANCARIA), ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

Tal y como se ha venido mencionado, al inicio del STGN se tendrá un cruce tipo HDD (horizontal dirigido) con una longitud aproximada de 477 metros en la frontera entre Mexico y EUA para la línea proveniente de Waha de 48" siendo este el principal punto de suministro de gas al sistema.

Adicionalmente a ello, se recibirá gas natural en el punto de interconexión con el gasoducto Tarahumara Pipeline de Fermaca en la CS-1 y en la interconexión con el gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") propiedad de Carso Gasoducto Norte en la CS-4.

Datos del STGN Sierra Madre (Frontera – Puerto Libertad)

Tabla II.5. Especificaciones técnicas del proyecto.

Dato	Valor	Unidad	Cadenamiento o tramo del ducto
Especificación de la tubería	API 5L PSL2 Grado X-70 M	NA	Todo el ducto
Longitud	800	Km	NA
Diámetro nominal	48"	in	Todo el ducto
Espesor	16.23 (0.639")	mm (in)	del KM 0+000 al KM 632+000
	18.03 (0.710")	mm (in)	del KM 632+000 al KM 800+000
Presión			
De diseño	9,928 (1,440)	kPag (psig)	del KM 0+000 al KM 632+000
	11,031 (1600)	kPag (psig)	del KM 632+000 al KM 800+000
De operación	9,329 (1,353)	kPag (psig)	Recepción (frontera Mexico y EEUU)
	7,205 (1,045)	kPag (psig)	Entrega (EMRyC en la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad)
Máximo permisible	9,928 (1,440)	kPag (psig)	del KM 0+000 al KM 632+000
	11,031 (1,600)	kPag (psig)	del KM 632+000 al KM 800+000

Tabla II.6. Capacidades de diseño y operativas del proyecto.

Dato	Unidad	Ubicación
Capacidad de diseño del sistema y Capacidad máxima de operación		
2834	MMPCSD	Todo el ducto

Dato	Unidad	Ubicación
Capacidad operativa		
2700	MMPCSD	Recepción (proveniente de Waha)
845	MMPCSD	Recepción Gasoducto Tarahumara (CS-1)
880	MMPCSD	Recepción Gasoducto Samalayuca – Sasabe (CS-4)

En la llegada de la línea principal de 48" a la CS-1 proveniente de la frontera (Waha) se tendrá el punto de transferencia de custodia, contando con medición fiscal por medio de medidores tipo ultrasónico en un arreglo de 4+1, así como la verificación de análisis de calidad de producto considerando hidrocarburos por medio de cromatografía de gases CG, azufre total, humedad (H_2O), H_2S y O_2.

Para el caso del gasoducto de llegada de Tarahumara (Fermaca) se contará con un Tie-in 001 de 36"x 24" seguido de una expansión a 30", filtración y posterior a este se efectuará la regulación de flujo y medición fiscal por medio de medidores tipo ultrasónico en un arreglo de 2+1, así como verificación de análisis de calidad de producto considerando hidrocarburos por medio de cromatografía de gases CG, azufre total, humedad (H_2O), H_2S y O_2.

A. Componentes del Sistema de Transporte de Gas Natural

El **STGN** constará de los siguientes componentes temporales como permanentes, divididos por las válvulas de seccionamiento:

Tabla II.7. Componentes generales del proyecto.

Componentes generales	Cantidad	Superficie en ha
Estaciones de compresión (incluye 4 válvulas de seccionamiento)	4	19.33
Estación de medicion regulación y control	1	3.18
Válvulas de seccionamiento	23	1.44
Caminos nuevos de acceso a estaciones de compresión (incluye 4 válvulas de seccionamiento)	4	5.00
Caminos nuevos de acceso a válvulas de seccionamiento	23	7.97
Derecho de vía permanente de 800 km longitud y 14 m de ancho	-	1,112.63
Derecho de vía temporal de 800 km de longitud y 11 m de ancho	-	880.79
Campamentos	8	24.00
	Total	**2,054.34**

Tabla II.8. Superficies de los componentes del proyecto por uso de suelo y vegetación.

Componente	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
Estación de compresión CS-1 Villa Ahumada (incluye válvula MLV-10404)	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	4.92

Componente	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
Estación de compresión CS-2 Mata Ortiz (incluye válvula MLV-20409)	Pastizal natural	4.64
Estación de compresión CS-3 Cumpas (incluye válvula MLV-30416)	Agricultura de riego anual y semipermanente	1.11
	Mezquital xerófilo	3.55
Estación de compresión CS-4 Santa Ana (incluye válvula MLV-40421)	Matorral desértico micrófilo	3.82
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	1.33
EMRyC Puerto Libertad	Mezquital xerófilo	0.76
	Vegetación halófila xerófila	2.42
Válvula MLV-60100	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.06
Válvula MLV-60101	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60102	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60103	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60205	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60206	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60207	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60208	Pastizal natural	0.06
Válvula MLV-60310	Agricultura de temporal anual	0.06
Válvula MLV-60311	Bosque de pino-encino	0.06
Válvula MLV-60312	Bosque de encino	0.06
Válvula MLV-60313	Bosque de encino	0.06
Válvula MLV-60314	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60315	Bosque de encino	0.06
Válvula MLV-60417	Bosque de encino	0.04
	Pastizal natural	0.03
Válvula MLV-60418	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.06
Válvula MLV-60419	Matorral sarcocaule	0.06
Válvula MLV-60420	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60522	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60523	Matorral desértico micrófilo	0.06
Válvula MLV-60524	Matorral sarcocaule	0.06
Válvula MLV-60525	Mezquital xerófilo	0.06

Componente	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
Válvula MLV-60526	Matorral sarcocaule	0.06
Camino de acceso CS-1	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	0.28
Camino de acceso CS-2	Agricultura de riego anual y semipermanente	0.25
	Pastizal natural	3.76
Camino de acceso CS-3	Agricultura de riego anual y semipermanente	0.23
	Mezquital xerófilo	0.03
Camino de acceso CS-4	Matorral desértico micrófilo	0.45
Camino de acceso Válvula MLV-60100	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.01
Camino de acceso Válvula MLV-60101	Matorral desértico micrófilo	0.02
Camino de acceso Válvula MLV-60102	Matorral desértico micrófilo	0.01
Camino de acceso Válvula MLV-60103	Matorral desértico micrófilo	0.01
Camino de acceso Válvula MLV-60205	Matorral desértico micrófilo	0.01
Camino de acceso Válvula MLV-60206	Matorral desértico micrófilo	0.24
Camino de acceso Válvula MLV-60207	Matorral desértico micrófilo	0.33
Camino de acceso Válvula MLV-60208	Pastizal inducido	0.25
	Pastizal natural	0.59
Camino de acceso Válvula MLV-60310	Agricultura de temporal anual	0.01
Camino de acceso Válvula MLV-60311	Bosque de pino-encino	0.21
	Pastizal inducido	0.40
Camino de acceso Válvula MLV-60312	Bosque de encino	2.36
	Bosque de pino-encino	0.03
Camino de acceso Válvula MLV-60313	Bosque de encino	2.40
Camino de acceso Válvula MLV-60314	Matorral desértico micrófilo	0.01
Camino de acceso Válvula MLV-60315	Bosque de encino	0.02
Camino de acceso Válvula MLV-60417	Bosque de encino	0.28
Camino de acceso Válvula MLV-60418	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.10
Camino de acceso Válvula MLV-60419	Matorral desértico micrófilo	0.18
	Matorral sarcocaule	0.29
	Mezquital xerófilo	0.00
Camino de acceso Válvula MLV-60420	Matorral desértico micrófilo	0.01
Camino de acceso Válvula MLV-60522	Matorral desértico micrófilo	0.04

Componente	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
	Pastizal cultivado	0.03
Camino de acceso Válvula MLV-60523	Matorral desértico micrófilo	0.08
Camino de acceso Válvula MLV-60524	Matorral sarcocaule	0.01
Camino de acceso Válvula MLV-60525	Mezquital xerófilo	0.01
Camino de acceso Válvula MLV-60526	Matorral sarcocaule	0.01
Derecho de vía permanente	Agricultura de riego anual	12.65
	Agricultura de riego anual y semipermanente	4.92
	Agricultura de temporal anual	2.91
	Bosque de encino	120.81
	Bosque de encino-pino	38.83
	Bosque de mezquite	0.42
	Bosque de pino-encino	26.19
	Bosque de táscate	10.75
	Matorral desértico micrófilo	391.33
	Matorral desértico rosetófilo	19.58
	Matorral sarcocaule	123.17
	Mezquital xerófilo	31.11
	Pastizal cultivado	6.07
	Pastizal halófilo	38.72
	Pastizal inducido	10.68
	Pastizal natural	86.91
	Vegetación de galería	1.52
	Vegetación halófila xerófila	23.44
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	43.62
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.43
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	5.38
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	67.05
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	19.49
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	6.26
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	20.42

Componente	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
Derecho de vía temporal	Agricultura de riego anual	9.95
	Agricultura de riego anual y semipermanente	3.86
	Agricultura de temporal anual	2.29
	Bosque de encino	99.10
	Bosque de encino-pino	30.51
	Bosque de mezquite	0.35
	Bosque de pino-encino	20.61
	Bosque de táscate	8.41
	Matorral desértico micrófilo	308.33
	Matorral desértico rosetófilo	15.30
	Matorral sarcocaule	96.93
	Mezquital xerófilo	24.63
	Pastizal cultivado	4.78
	Pastizal halófilo	30.35
	Pastizal inducido	9.53
	Pastizal natural	68.95
	Vegetación de galería	1.22
	Vegetación halófila xerófila	18.41
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	34.20
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.37
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	4.23
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	52.18
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	15.31
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	4.89
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	16.10
Campamento 1	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	5.00
Campamento 2	Pastizal natural	5.00
Campamento 3	Bosque de encino-pino	1.00
Campamento 4	Bosque de táscate	0.62

Componente	Uso de suelo y vegetación de campo	Superficie en ha
	Matorral desértico micrófilo	0.38
Campamento 5	Matorral desértico micrófilo	1.00
Campamento 6	Agricultura de riego anual y semipermanente	5.00
Campamento 7	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	5.00
Campamento 8	Matorral sarcocaule	0.94
	Vegetación halófila xerófila	0.06
	Suma	**2,054.34**

El gasoducto será diseñado para el transporte de gas natural a las capacidades y condiciones de presión y temperatura siguientes:

Tabla II.9. Condiciones de operación del gasoducto.

Parámetro	Megnitud /Valor	Unidades
Flujo de entrega máxima en Puerto Libertad	2,834	MMPCSD
Temperatura mínima en el punto de recepción	10 (50)	°C (°F)
Temperatura máxima en el punto de recepción	49 (120)	°C (°F)
Temperatura de diseño	55 (131)	°C (°F)
Presión máxima en el punto de recepción	9,329 (1,353)	kPag (psig)
Presión de diseño del gasoducto hasta la salida de la CS-4	9,928 (1,440)	kPag (psig)
Presión de diseño de la salida de la CS-4 a la llegada de la EMRyC.	11,031 (1,600)	kPag (psig)
Temperatura de diseño del compresor y aeroenfriador	130 (266)	°C (°F)
Presión de diseño del compresor y aeroenfriador – CS-1, CS-2, CS-3	10,921 (1,584)	kPag (psig)
Presión de diseño del compresor y aeroenfriador – CS-4	12,135 (1,760)	kPag (psig)

El gasoducto contará con la capacidad de entrega de 2,834 MMPCSD en la estación de Puerto Libertad con diámetro externo de 1219.2 mm (48 in) y una longitud aproximada de 800 km que abarcará desde el punto de interconexión (KM 0+000) en la frontera en el estado de Chihuahua y se extenderá hasta el sitio de la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad, en el estado de Sonora (KM 800+000).

El proyecto consiste en el diseño, ingeniería, construcción y puesta en marcha de un STGN que considera las siguientes instalaciones:

- Punto de recepción del gas en el cruce de la frontera de Mexico con EUA.
- Gasoducto de 48" de diámetro por 800 km de longitud aproximadamente.
- 4 estaciones de compresión (CS).
- Estación EMRyC de entrega en Puerto Libertad.

- 27 Válvulas de seccionamiento (MLV's).

El sistema de transporte se esquematiza de manera general en la siguiente figura.

Figura II.3. Diagrama del STGN Sierra Madre (Frontera-Puerto Libertad).

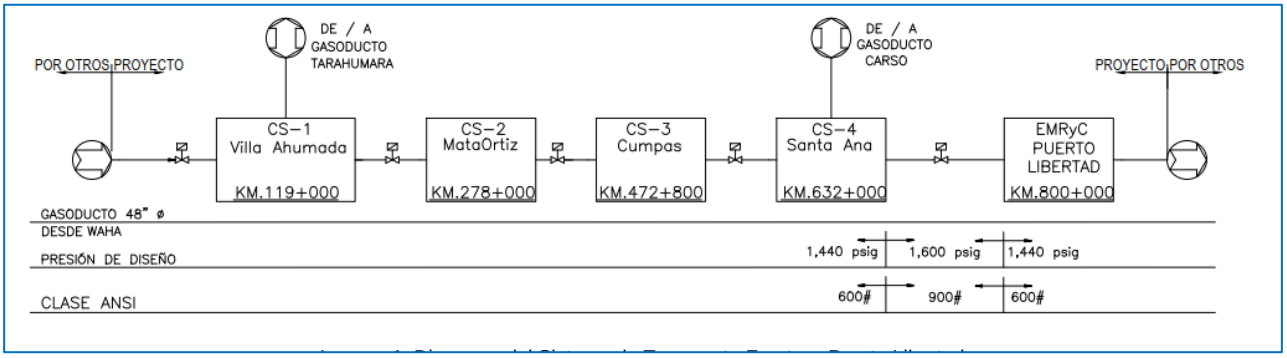


Tabla II.10. Tipos de clasificación del gasoducto.

Diámetro del ducto	Km inicial	Km final	Lomgitud (m)	Clase de localización	Factor de diseño	Espesor de tubería (pulg/mm)
48" (1219.2mm)	-0+450.00	0+000.00	450.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	0+000.00	14+000.00	14,000.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	14+000.00	14+200.00	200.00	1	0.67	18.64 (0.734)
48" (1219.2mm)	14+200.00	77+000.00	62800.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	77+000.00	77+200.00	200.00	1	0.67	18.64 (0.734)
48" (1219.2mm)	77+200.00	118+740.00	42,440.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	118+740.00	118+790.00	40.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	118+790.00	118+950.00	160	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	118+950.00	119+050.00	100.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	119+050.00	119+280.00	230	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	119+280.00	119+350.00	70	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	119+350.00	120+200.00	850	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	120+200.00	120+320.00	120	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	120+320.00	120+400.00	80	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	120+400.00	120+600.00	200	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	120+700.00	139+570.00	18,870.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	139+570.00	139+630.00	60	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	139+630.00	192+780.00	53,150.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	192+780.00	192+840.00	60	4	0.55	22.70 (0.894)

Diámetro del ducto	Km inicial	Km final	Lomgitud (m)	Clase de localización	Factor de diseño	Espesor de tubería (pulg/mm)
48" (1219.2mm)	192+840.00	202+250.00	9,410.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	202+250.00	202+450.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	202+450.00	241+860.00	39,410.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	241+860.00	241+900.00	40.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	241+900.00	243+540.00	1,640.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	243+540.00	244+620.00	1,080.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	244+620.00	272+610.00	27,990.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	272+610.00	272+850.00	240.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	272+850.00	277+950.00	5,100.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	277+950.00	278+050.00	100.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	278+050.00	294+350.00	16,300.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	294+350.00	294+550.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	294+550.00	304+100.00	9,550.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	304+100.00	304+300.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	304+300.00	375+800.00	71,500.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	375+800.00	376+000.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	376+000.00	419+290.00	43,290.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	419+290.00	419+390.00	100.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	419+390.00	468+070.00	48,680.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	468+070.00	468+270.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	468+270.00	472+380.00	4,110.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	472+380.00	473+100.00	720.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	473+100.00	473+400.00	300.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	473+400.00	473+600.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	473+600.00	473+900.00	300.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	473+900.00	473+960.00	60.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	473+960.00	518+750.00	44,790.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	518+750.00	518+920.00	170.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	518+920.00	521+950.00	3,030.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	521+900.00	522+150.00	250.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	522+150.00	572+000.00	49,850.00	1	0.77	16.23 (0.639)

Diámetro del ducto	Km inicial	Km final	Lomgitud (m)	Clase de localización	Factor de diseño	Espesor de tubería (pulg/mm)
48" (1219.2mm)	572+200.00	572+400.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	572+400.00	574+090.00	1,690.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	574+090.00	574+150.00	60.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	574+150.00	574+190.00	40.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	574+190.00	574+390.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	574+390.00	576+700.00	2,310.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	576+700.00	576+900.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	576+900.00	616+200.00	39,300.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	616+200.00	616+300.00	100.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	616+300.00	616+350.00	50.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	616+350.00	616+700.00	350.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	616+700.00	621+560.00	4,860.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	621+560.00	621+620.00	60.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	621+620.00	622+350.00	730.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	622+350.00	622+410.00	60.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	622+410.00	623+950.00	1,540.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	623+950.00	624+150.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	624+150.00	628+525.00	4,375.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	628+525.00	628+725.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	628+725.00	631+900.00	3,175.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	631+900.00	632+100.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	632+100.00	657+300.00	25,200.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	657+300.00	657+500.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	657+500.00	661+200.00	3,700.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	661+200.00	661+400.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	661+400.00	720+800.00	59,400.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	720+800.00	721+000.00	200.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	721+000.00	780+650.00	59,650.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	780+650.00	780+750.00	100.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	780+750.00	796+200.00	15,450.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	796+200.00	796+300.00	100.00	4	0.55	22.70 (0.894)

Diámetro del ducto	Km inicial	Km final	Lomgitud (m)	Clase de localización	Factor de diseño	Espesor de tubería (pulg/mm)
48" (1219.2mm)	796+300.00	799+650.00	3,350.00	1	0.77	16.23 (0.639)
48" (1219.2mm)	799+650.00	799+750.00	100.00	4	0.55	22.70 (0.894)
48" (1219.2mm)	799+750.00	800+000.00	250.00	1	0.77	16.23 (0.639)

*Con base a la NOM-007-ASEA-2016 Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbon mineral por medio de ductos. Sistemas de tuberia para transporte y distribucion de gas, seccion 7.5 clases de localizacion.

Resulta importante destacar, que al hacer el recorrido del trazo de la línea del **STGN** y el análisis de acuerdo con la base de información geográfica analizada, no se encontraron viviendas que cambiaran la clase de localización. Por lo tanto, la tabla anterior solo incluye cambios de espesor del ducto por cruces y no por cambios de clases de localización debido a cantidad de viviendas o poblaciones cercanas al trazo del ducto.

El gasoducto y las estaciones de compredion serán diseñados para el transporte y procesamiento de gas natural con las características siguientes:

Tabla II.11. Especificaciones técnicas del proyecto

Dato	Valor	Unidad	Cadenamiento o tramo del ducto
Especificación de la tubería	API 5L PSL2 Grado X-70 M	NA	Todo el ducto
Longitud	800	Km	NA
Diámetro nominal	48"	in	Todo el ducto
Espesor	16.23 (0.639")	mm (in)	del KM 0+000 al KM 632+000
	18.03 (0.710")	mm (in)	del KM 632+000 a KM 800+000
Presión			
De diseño	9,928 (1,440)	kPag (psig)	del KM 0+000 al KM 632+000
	11,031 (1600)	kPag (psig)	del KM 632+000 al KM 800+000
De operación	9,329 (1,353)	kPag (psig)	Recepción (frontera Mexico y EEUU)
	7,205 (1,045)	kPag (psig)	Entrega (EMRyC en la Terminal GNL de Sonora)
Máximo permisible	9,928 (1,440)	kPag (psig)	del KM 0+000 al KM 632+000
	11,031 (1,600)	kPag (psig)	del KM 632+000 al KM 800+000

Tabla II.12. Capacidades de diseño y operativas del proyecto.

Dato	Unidad	Ubicación
Capacidad de diseño del sistema y Capacidad máxima de operación		
2834	MMPCSD	Todo el ducto
Capacidad operativa (Valor)		

Dato	Unidad	Ubicación
2700	MMPCSD	Recepción (proveniente de Waha)
845	MMPCSD	Recepción Gasoducto Tarahumara (CS-1)
880	MMPCSD	Recepción Gasoducto Samalayuca – Sasabe (CS-4)

A.1 Estaciones de compresión

El objetivo de las estaciones de compresión es comprimir y aumentar la presión del gas para satisfacer los requisitos de entrega de la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad mediante un arreglo de tres compresores y uno de respaldo; y los equipos auxiliares para garantizar el buen funcionamiento de cada turbocompresor.

Las estaciones de compresión tendrán la capacidad de diseño para cumplir el objetivo de 2834 MMPCSD en Puerto Libertad.

El suministro de gas natural será a través del gasoducto Tarahumara Pipeline de Fermaca en la CS-1 con una capacidad máxima de 845 MMPCSD, del gasoducto noroeste de Carso en la CS-4 con una capacidad máxima de operación de 880 MMPCSD, y del gasoducto proveniente de Waha con un flujo máximo de 2,700 MMPCSD; y un requerimiento de presión de entrega en la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad de 7,205 kPag (1,045 psig). El sistema operará bajo diferentes escenarios de acuerdo con las corrientes de alimentación.

El diseño y construcción de las estaciones de compresión se realizará cumpliendo con las especificaciones técnicas establecidas en las secciones 7.32 a 7.41 de la **NOM-007-ASEA-2016**. (Se adjunta el dictamen de verificación de diseño en cumplimiento a la mencionada NOM por una Unidad de Verificacion autorizada en **Anexo II.3.** Carpeta Dictamen UV).

De manera general, las estaciones son descritas en tabla siguiente.

Tabla II.13. **Equipos principales en las estaciones del Sistema de Transporte de Gas Natural.**

Ítem	Estación	Nombre	Objetivo	Alimentaciones	Equipos principales
1	CS1	Estación Villa Ahumada	Regulación, Medición fiscal y Compresión	Proveniente de Waha Gasoducto Tarahumara	Filtros, patín de regulación, patinesde medición, turbocompresores,enfriadores, trampa de envío (portátil) y trampa de recibode diablos(portátil)
2	CS2	Estación Mata Ortíz	Compresión	Estación CS-1	Filtros, turbocompresores,enfriadores, trampa de envío(portátil) y trampa de recibo de diablos(portátil)
3	CS3	Estación Cumpas	Compresión	Estación CS-2	Filtros, turbocompresores,enfriadores, trampa de envío(portátil) ytrampa derecibo de diablos(portátil)
4	CS4	Estación Santa Ana	Regulación, Medición fiscal y Compresión	Estación CS-3 Gasoducto Samlayuca Sásabe	Filtros, patín de regulación, patín de medición, turbocompresores,enfriadores, trampa derecibo(portátil) y trampa de envío de diablos(fija)

Ítem	Estación	Nombre	Objetivo	Alimentaciones	Equipos principales
5	EMRyC	Estación Puerto Libertad	Regulación y Medición fiscal	Estación CS-4	Filtros, patín de regulación,patín de mediciónytrampa de recibode diablos(fija)

A.2 Sistema de Interconexión

El gas natural se recibe en el punto de interconexión con el Gasoducto Tarahumara de Fermaca en la CS-1; en la interconexión con el Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") propiedad de Carso Gasoducto Norte, S.A. C.V.en la CS-4; y en la interconexión con la frontera (proveniente de Waha). Por lo anterior, se tienen nueve escenarios de operación representativos: en el primero se recibe gas natural del ducto norte de Carso; el escenario dos se recibe gas natural del ducto Tarahumara de Fermaca; el tercer caso tendrá una mezcla de corrientes por medio del nuevo gasoducto de 48"; en los escenarios 4, 4a, 4b y cinco el suministro de gas natural será a través de la frontera (proveniente de Waha); en el escenario seis se tendrá una mezcla de gas natural entre la recepción de frontera (proveniente de Waha) y el ducto norte Samalayuca - Sasabe; y en el escenario siete el suministro seráuna mezcla de gas natural proveniente de Waha, Fermaca y Carso.

Tabla II.14. Resumen de condiciones de operación para los escenarios del proyecto.

Escenario	Flujo/presión	Recibo en frontera	CS1	CS2	CS3	CS4	EMRyC Puerto Libertad	Tren de GNL Puerto Libertad
1	MMPCSD	--	--	--	--	889	--	880
	PSIG	--	--	--	--	670	1045	1015
2	MMPCSD	--	850	--	--	--	--	840
	PSIG	--	670	--	--	--	1045	1015
3	MMPCSD	--	850	--	--	889	--	1720
	PSIG	--	670	--	--	670	1045	1015
4	MMPCSD	1958	1948	Por calcular	Por calcular	1928	--	1928
	PSIG	1230	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015
4a	MMPCSD	1952	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1928	--	1928
	PSIG	987	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015
4b	MMPCSD	1945	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1928	--	1928
	PSIG	1357	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015
5	MMPCSD	2711	2693	2677	2657	2640	--	2640
	PSIG	1230	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015

Escenario	Flujo/presión	Recibo en frontera	CS1	CS2	CS3	CS4	EMRyC Puerto Libertad	Tren de GNL Puerto Libertad
6	MMPCSD	2700	2685	2670	2655	2640	--	2834
	PSIG	1230	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015
7	MMPCSD	1895	1870	2270	2255	2240	--	2640
	PSIG	1230	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015

La presión de descarga en cada escenario deberá ser verificada para cumplir con el flujo de entrega en Puerto Libertad de 2834MMPCSD. Para el escenario cuatro se evaluará el número de estaciones de compresión intermedias que deberán operar para cumplir con el flujo de entrega objetivo.

A.3 Sistema de filtración

El gas natural se ingresa a los filtros separadores que deberán tener una eficiencia para remover el 99.8% de partículas sólidas y líquidas de 1.0 micras y mayores. Posteriormente, los hidrocarburos condensados se enviarán al tanque de condensados, en donde se almacenan para su disposición. Los filtros separadores estarán diseñados para la capacidad requerida para cumplir con los siguientes arreglos en cada estación:

Tabla II.15. Sistemas de filtración.

Estación	Flujo de gas de acuerdo al escenario	Arreglo	Número total de filtros
CS-1	Alimentación de 850 MMPCSD de Tarahumara	2+0	7
	Alimentación de 2,700 MMPCSD del gasoducto proveniente de Waha	4+1	
CS-2	Alimentación de 2,700 MMPCSD desde estación CS-1	4+1	5
CS-3	Alimentación de 2,700 MMPCSD desde estación CS-2	4+1	5
CS-4	Alimentación de 880 MMPCSD de Gasoducto Samalayuca-Sásabe	2+0	7
	Alimentación de 2,700 MMPCSD desde estación CS-3	4+1	
EMRyC	Alimentación de 2,700 MMPCSD desde estación CS-4	4+1	5

Los filtros estarán constituidos por dos secciones, una filtrante y la otra con un eliminador de niebla. El líquido separado de la corriente de gas se recolectará en una pierna de condensados, que contará con un sistema de control de nivel para permitir el drenado del filtro. Además, se instalarán transmisores de nivel que enviarán señal de alto-alto y bajo-bajo nivel, alarmando en el cuarto de control.

Como medida de protección del sistema se instalarán indicadores de flujo en las líneas de condensado de cada filtro, que enviarán una señal por alto flujo al sistema de control en donde alarmará, esta alarma previene al operador de la posibilidad de una fuga de gas natural por la línea de condensado. En caso de presentarse cualquiera de estas situaciones, el sistema de control hará el paro de la estación sin venteo. Como medida de seguridad, en caso de sobrepresión cada filtro tendrá una válvula de seguridad.

Cada filtro separador debe ser diseñado de acuerdo con el Código ASME Sección VIII División 1 y deberán contar con el sello "U".

A.4 Control de Flujo

Para las estaciones de compresión **CS-1** y **CS-4**, la regulación de flujo será corriente arriba del correspondiente patín de medición, en tanto que para la **EMRyC** de Puerto Libertad, la regulación de flujo será corriente abajo del patín de medición.

Tabla II.16. Patines de regulación.

Estación	Arreglo	Numero total de equipos		Flujo de operación por tren	Observaciones
CS-1	1+1	1	2	845 MMPCSD	El patín podrá operar de manera bidireccional para el envío de producto hacia el gasoducto Tarahumara.
CS-4	1+1+1	1	3	880 MMPCSD	El patín podrá operar de manera bidireccional para el envío de producto hacia el gasoducto Gasoducto Samalayuca-Sásabe. El tercer patín controlará presión en escenarios de alta presión en el Gasoducto Samalayuca-Sásabe
EMRyC	1+1	1	2	2,834 MMPCSD	-

Los niveles de ruido para el paquete deben cumplir con la norma oficial mexicana **NOM-011-STPS-2001**, por lo que el límite de ruido debe ser por debajo de los 85 dB.

A.5 Medición

Posterior a la regulación, se requiere una etapa de fiscalización o medición de flujo, para lo cual el gas pasa a los medidores de gas tipo ultrasónicos.

En la **CS-1** se tendrá medición de flujo de manera independiente para los suministros de gas del ducto de Tarahumara y del proveniente desde la frontera. Dependiendo de la alimentación, se tienen los siguientes escenarios.

Tabla II.17. Patines de medición.

Estación	Escenario	Arreglo	Flujo de operación por tren	Observaciones
CS-1	Alimentación de Tarahumara	2+1	423 MMPCSD	El patín podrá operar de manera bidireccional para el envío de producto hacia el gasoducto Tarahumara.
	Alimentación de frontera (proveniente de Waha)	4+1	671 MMPCSD	----
CS-4	Alimentación deGasoducto Samalayuca-Sásabe	2+1	440 MMPCSD	El patín podrá operar de manera bidireccional para el envío de producto hacia el gasoducto Gasoducto Samalayuca-Sásabe.
EMRyC	Alimentación de CS-4	4+1	708.5 MMPCSD	---

NOTA: Durante la Ingeniería de detalle se definirá la mejor alternativa en el número de trenes de los patines de medición.

Aguas abajo del medidor de flujo se debe tener termopozos, RTD´s, válvulas manuales y válvula motorizada, así como un transmisor indicador de presión (PIT) y un transmisor indicador de temperatura (TIT), los cuales se deben comunicar con el computador de flujo (FQI) para realizar las correcciones correspondientes para la medición de flujo. Cada tren de medición debe tener un acondicionador de flujo antes del medidor, con la finalidad de generar un flujo laminar y de esta manera evitar turbulencia, mejorando la medición.

Los trenes del patín de medición para el producto del gasoducto Tarahumara en la estación CS-1 y para el producto del Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") en la estación CS-4, contarán con dos acondicionadores de flujo (aguas arriba y aguas abajo del medidor de flujo ultrasónico), con la finalidad de permitir la medición bidireccional.

Los medidores de flujo deben estar certificados para transferencia de custodia y diseñados bajo lo indicado en el AGA 9 Report.

Los patines de medición, regulación, computadores de flujo, analizadores y cromatógrafos, así como todos los componentes que forman parte del suministro, deberán cumplir con los lineamientos y normas mexicanas respecto al diseño, control volumétrico, etc., la normativa aplicable vigente es: DACG RES/776/2015, miscelánea fiscal 2022 y Anexo 30 de la miscelánea fiscal, regulaciones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, vigentes a la entrada en operación del proyecto.

A.6 Sistema Analizador de Gases

Aguas abajo de los patines de medición en las estaciones CS-1, CS-4 y EMRyC, se tendrá el sistema de medición de la calidad del gas, con el fin de conocer la composición del gas. Este sistema deberá dar cumplimiento a la norma **NOM-001-SECRE-2010**, por los que incluirá los siguientes elementos:

- Analizador de H_2S y zzufre total.
- Analizador de O_2.
- Analizador de humedad (H_2O).
- Cromatógrafo de gases hasta de C9+, incluyendo CO_2 y N_2.

TGSM solicitará al transportista americano que realice la medición de estos mismos parámetros antes de cruzar la frontera, así como el envío de estas señales de flujo y calidad hacia el Sistema de Control de Proceso (SCP) del lado mexicano, aun cuando se tendrá medición fiscal del lado mexicano en la CS-1, con el propósito de garantizar el cumplimiento de las regulaciones mexicanas.

A.7 Sistema de Compresión de Gas

Como se indicó con anterioridad, las nuevas infraestructuras (línea de transporte de gas natural e instalaciones asociadas) serán diseñadas para una presión de 1440 psig (a excepción de la CS-4, el tramo de gasoducto hacia Puerto Libertad y la descarga de los compresores, que será para 900 libras ANSI), cuidando de alcanzar un mayor aporte de flujo en condiciones ambientales óptimas, garantizando una presión de llegada a la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad de 72 barg (1045 psig) y 2,834 MMPCSD. El rango de temperatura esperado será desde 10 a 49 °C (50 a 120 °F).

En las estaciones CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4, el gas se envía al compresor que succiona el gas a una presión máxima de 7,929 kPa (1150 psig) y un rango de temperatura desde 10 a 49 °C (50 a 120 °F). Este equipo incrementará la presión del gas hasta un rango de 8,170 a 9,928 kPa (1,185 a 1,440 psig) para las estaciones CS-1, CS-2 y CS-3, y de 7,419 a 10,845 kPa (1,076 a 1,573 psig) para la estación CS-4; dependiendo del escenario operativo.

La capacidad de operación de los equipos estará basada en un arreglo 3+1, con un flujo nominal de **950 MMPCSD** por turbocompresor, para lograr un flujo máximo de **2,850 MMPCSD**.

Los compresores mencionados deberán estar diseñados bajo el código API 616 Gas Turbines for the Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services, API 618 Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services y API 617 Axial and Centrifugal Compressors and Expander-compressors en su última edición.

Los niveles de ruido para el paquete deben cumplir con la norma oficial mexicana **NOM-011-STPS-2001**, por lo que el límite máximo de ruido es de 85 dB.

A.8 Enfriamiento de Gas Natural

El gas comprimido pasa a través de los aeroenfriadores, cada uno dedicado para cada turbocompresor, en donde se disminuye la temperatura del gas a 49 °C (120 °F). La capacidad máxima de los aeroenfriadores corresponderá al flujo en la condición de máxima diferencia de presión de succión y descarga del compresor o relación de compresión

La caída de presión máxima para el aeroenfriador debe ser de 10 psi en condiciones normales de operación. La capacidad nominal de cada aeroenfriador es de 950 MMPCSD, para lograr un flujo máximo de 2,850 MMPCSD.

Los aeroenfriadores no deberán exceder el nivel de ruido de los 85 dB a 0.91m. El sistema de enfriamiento deberá tener instrumentación local (manómetros y termómetros), transmisores de temperatura y presión en la descarga de cada enfriador. El control y monitoreo de las señales de presión y temperatura se realizará en el sistema de control de proceso.

Los aeroenfriadores deberán estar constituidos con bahías y con motores eléctricos, los cuales deben accionarse escalonadamente en función de la señal de temperatura del transmisor en la descarga cumpliendo con la temperatura deseada a la salida de los equipos. Cada bahía de enfriamiento deberá contar con líneas de dren y venteo para eventos de mantenimiento. Los motores de los ventiladores deberán tener botones para paro y arranque local, así mismo, deberán estar configurados para poder ser operados de manera remota a través del **SCP**. Los motores y ventiladores deberán tener sensores de transmisión de vibración que deberán enviar señal al cuarto de control de motores (**CCM**) y a su vez al **SCP**, adicionalmente deberán contar con alarmas por alta vibración, que enviarán a los relevadores de protección de los motores en el **CCM**.

Los componentes a presión del aeroenfriador deberán ser diseñados de acuerdo con los requerimientos del código ASME Sección VIII, División 1; así mismo, el diseño de la transferencia de calor debe cumplir con el código API 661 última edición para proveer un diseño que satisfaga los requerimientos del proceso, considerando un arreglo y una geometría con el más bajo costo.

A.9 Trampa de Diablos

Se contará con trampas de diablos de envío y recibo en las estaciones de compresión y trampa de recibo en la **EMRyC** de Puerto Libertad, para corridas de limpieza y diablo instrumentado.

Las dimensiones de cada trampa serán de 56"x48", de acuerdo con las dimensiones del gasoducto. Las trampas de diablos estarán instrumentadas con un indicador de presión local e Indicador de paso de diablo intrusivo. Contarán con líneas de venteo manual, pateo y/o desvío y drenado. El diseño de las trampas de diablos será de acuerdo con ASME B31.8 y tapa de apertura rápida ASME VIII.

Las trampas de diablos compartidas en las estaciones **CS-1, CS-2** y **CS-3**, así como la trampa de recepción de la estación **CS-4**; serán de tipo portátiles ANSI 600#. Por su parte, la trampa de recibo de la **EMRyC** y la trampa de envío de la estación **CS-4** serán de tipo fijas y ANSI 900#.

El diseño y construcción de las trampas de diablos deberá estar en apego a las secciones 7.51 a 7.56 de la norma **NOM-007-ASEA-2016**.

B. Sistemas y servicios auxiliares requeridos

Cada estación deberá contar con un paquete para el suministro de los siguientes servicios:

- Sistema de acondicionamiento de gas combustible a turbocompresor (estaciones de compresión).
- Sistema de gas de sellos (estaciones de compresión),
- Sistema de recuperación de condensados (estaciones de compresión y **EMRyC**).
- Sistema de drenaje aceitoso (estaciones de compresión).
- Sistema de generación de energía (estaciones de compresión y **EMRyC**).
- Sistema de venteo (estaciones de compresión).
- Sistema de recuperación de gas de venteos (estaciones de compresión).
- Sistema de aire de instrumentos y aire de planta (estaciones de compresión).
- Sistema de agua de servicio (estaciones de compresión y **EMRyC).**

B.1 Sistema de Gas Combustible a Turbocompresor

El sistema de gas combustible de cada estación de compresión consistirá en cuatro (4) paquetes de acondicionamiento de gas combustible para el accionamiento de las turbinas.

Cada paquete estará integrado por:

- Dos filtros separadores verticales en arreglo 1+1.
- Dos calentadores eléctricos de gas en arreglo 1+1.
- Dos válvulas de regulación de presión tipo monitor, en arreglo 1+1.

B.2 Sistema de Gas de Sellos

El sistema de gas de sellos forma parte del paquete de cada turbocompresor, por lo que no se considera un acondicionamiento adicional.

B.3 Sistema de Recuperación de Condensados

El sistema de recuperación de condensados estará integrado por un tanque cilíndrico horizontal y la función es recolectar los condensados provenientes del sistema de filtración de gas natural, del paquete de acondicionamiento de gas combustible y servicios auxiliares de la turbina de gas.

El tanque deberá estar construido con material de acero al carbón, el cual debe incluir un transmisor indicador de nivel, un indicador de nivel, un indicador de presión, así mismo una línea de venteo con arrestador de flama. Para la operación de vaciado de dicho tanque se usarán bombas de doble diafragma operadas con aire de planta, para enviar los drenajes aceitosos a autotanques y llevarlos fuera de la instalación para su disposición por otros.

La fabricación del recipiente de condensados debe cumplir con lo indicado en el código ASME Sección VIII División 1.

B.4 Sistema de Drenaje Aceitoso

El sistema de drenaje aceitoso consistirá en un tanque cilíndrico horizontal, la función de este tanque es la recolección de aceite vertido en las charolas de contención de la turbina de gas. Este tanque debe ser construido con material de acero al carbón, el cual debe contar con un transmisor indicador de nivel y alarma por alto nivel. Para la operación de vaciado de dicho tanque se usarán bombas de doble diafragma operadas con aire de planta, para enviar los drenajes aceitosos a autotanques y llevarlos fuera de la instalación para su disposición final por empresas especializadas autorizadas.

La fabricación del recipiente de drenaje aceitoso debe cumplir con lo indicado en el código ASME Sección VIII División 1.

B.5 Sistema de Generación de Energía

Las estaciones de compresión serán instalaciones autónomas, es decir, el suministro de la energía se proporcionará por medio de generadores reciprocantes a gas natural, con capacidad para alimentar todas las cargas de la estación. Estos generadores se interconectarán a un tablero de distribución principal del cual a su vez se alimentará a los centros de control de motores de los turbocompresores y servicios generales.

Adicionalmente, las estaciones de compresión dispondrán de un sistema de generación para el suministro de energía de emergencia el cual estará compuesto por un generador de energía eléctrica de tipo alternativo 100% alimentación por combustible diésel con capacidad suficiente para garantizar el funcionamiento seguro de los servicios generales de la estación de compresión durante ocho (8) horas.

Para cada estación de compresión se tendrán los siguientes generadores:

- Para las estaciones de compresión **CS-1, CS-2** y **CS-3** se tendrán cuatro (4) generadores a gas de 1.40 MW cada uno (arreglo 3+1), más un (1) generador diésel de 0.825 MW (respaldo para los servicios auxiliares y sistemas esenciales).
- Para la estación de compresión **CS-4** se tendrán cinco (5) generadores a gas de 1.40 MW cada uno, más un (1) generador diésel de 0.825 MW (respaldo para los servicios auxiliares y sistemas esenciales).
- Para la **EMRyC** de Puerto Libertad se tendrá un (1) generador a gas de 0.05 MW para satisfacer de manera segura la demanda eléctrica de los servicios dentro del predio asignado por la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad, como tablero de alumbrado interior/exterior, gabinete de Telecom, instrumentación, CCTV y accionamiento de válvulas y patines, así como corriente para el sistema de protección catódica.

La generación eléctrica será en 480 V, 3 fases, 4 hilos, 60 hz. Cada generador a gas será del tipo encabinado, con sistema de enfriamiento integrado. Su operación será de manera continua, dependiendo de los requerimientos de compresión establecidos en cada estación.

El generador de emergencia a diésel también será del tipo encabinado con arranque automático al fallo, en 480/277 Volts, 3 fases 4 hilos, 60 Hz. Los generadores a diésel deberán contar con un tanque de almacenamiento de diésel con la capacidad necesaria para que en caso de emergencia se garantice el funcionamiento seguro de la estación de compresión durante 8 horas seguidas. El generador de emergencia deberá tener un tablero de control en gabinete NEMA 12, el cual deberá contar con un indicador de fecha, hora de inicio, hora de término y tiempo de duración de cada arranque de la planta.

Además, por cada estación de compresión y **EMRyC** se deberá incluir un banco automático de carga, así como un paquete de acondicionamiento de gas combustible para generadores (uno por cada generador a gas), con temperatura y presión de diseño de 150°C y 1,440 psig y capacidad de 444 Nm3/h.

Dependiendo de los requerimientos del proyecto, el alcance incluye: diseño del sistema de generación eléctrica autónoma, considerando los equipos de control y protección eléctrica requeridas, suministro, instalación, interconexión, prueba y puesta en operación de los equipos mencionados, monitoreo de las variables de temperatura del gas de entrada, presión del gas de entrada, potencia real, corriente, voltaje y frecuencia en el SCP.

Así mismo, el alcance del proyecto incluye el diseño e instalación de 23 termogeneradores para el sistema de generación eléctrica para las diferentes instalaciones de las válvulas MLV distribuidas a lo largo de los 800 km del ducto de 48", y sin considerar las MLV´s ubicadas dentro de las estaciones de compresión. Los termogeneradores alimentarán el sistema SCADA y UTR´s (el alumbrado exterior será con luminarias alimentadas por energía solar tipo All in one). Cada termogenerador será de 0.55 kW.

Se deberán considerar los siguientes requerimientos para el sistema:

- La tensión de generación del sistema deberá ser a 24 VCD.
- Contar con una fuente de respaldo de energía en caso de falla del sistema del tipo baterías de níquel-cadmio con tiempo de respaldo de 12 horas.
- Contar con un tablero o sistema dentro del tablero de control principal para la transferencia de la fuente principal a fuente de respaldo de manera automática en caso de falla del suministro de energía principal.
- Tipo de combustible: gas natural.
- Se deberá considerar el sistema para acondicionamiento de gas combustible. Los componentes mínimos que deben ser incluidos como parte del suministro de los termogeneradores se indican a continuación:
    - Válvula de corte de combustible.
    - Regulador de presión.
    - Medidor de presión de gas.
    - Válvula de alivio de presión.
    - Filtro de gas coalescente.
    - Cajas de conexiones a prueba de explosión.
- Gabinete fabricado en acero inoxidable.
- Enfriamiento por convección natural o convección forzada, según sea requerido para garantizar la funcionalidad de los componentes.
- El tipo de estructura deberá ser autosoportada o contar con todos accesorios para el montaje correcto del sistema; el material del sistema de montaje o soporte deberá ser de acero inoxidable o aluminio.
- Contar con capacidad para monitoreo vía sistema **SCADA** por medio de las **UTR's** con señal dura de 24 VCD.

La capacidad de generación total para el presente proyecto es la calculada en la tabla siguiente.

Tabla II.18. Características de las centrales de generación en cada estación de compresión del proyecto.

Instalación del STGN Sierra Madre	Capacidad de Generación máxima de cada turbogenerador a gas natural (MW)	Total de turbogeneradores a gas natural en cada estación de compresión	Capacidad de Generación máxima de emergencia (diésel) (MW)	Total de Generadores de emergencia a diésel en cada estación de compresión	Total de Capacidad de Generación máxima en cada estación de compresión, modalidad abasto aislada (MW)
Estación de Compresión 1 (CS-1)	1.4	4	0.825	1	6.425
Estación de Compresión 2 (CS-2)	1.4	4	0.825	1	6.425
Estación de Compresión 3 (CS-3)	1.4	4	0.825	1	6.425
Estación de Compresión 4 (CS-4)	1.4	5	0.825	1	7.825

B.6 Sistema de Venteo

El sistema de venteo de emergencia debe ser mediante una columna de venteo ubicada en cada estación de compresión CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4; el cual debe permitir ventear a la atmósfera durante un evento no deseado en los módulos de compresión, activándose las válvulas BDV. Las válvulas que integran el sistema de desfogue (BDV) serán controladas por el SPE. El sistema de desfogues debe estar integrado por dos cabezales uno en baja presión y otro en alta presión.

Se considera mantener un valor menor a 0.7 Mach para el dimensionamiento de la tubería de salida de la BDV´s; lo anterior de acuerdo con los lineamientos normativos aplicables a sistemas de relevo.

La descarga de la columna de venteo debe estar al menos 30 metros de distancia de los turbocompresores y a 15 metros de cualquier instalación. La elevación a la cual descargará la columna de venteo debe estar al menos 3 metros por encima de cualquier estructura, equipo o edificio dentro de la instalación.

El sistema de venteo debe tener la capacidad de reducir la presión hasta el 50% de la presión inicial en 15 minutos de acuerdo con las recomendaciones de API 521 – Presión de relevo y sistemas de despresurización.

B.7 Sistema de Recuperación de Gas de Venteos

Para los venteos programados ya sea por mantenimiento o alguna maniobra operativa, se tiene considerado un sistema de recuperación de gas, el cual recolectará las líneas de venteo de los equipos a lo largo de la planta para conducirlos a un tanque knock-out/acumulador.

El recipiente debe contar con un indicador de presión, un indicador de nivel, una línea de purga de condensados, válvula de alivio de presión (PSV) y línea de venteo para mantenimiento del equipo.

La fabricación del recipiente debe cumplir con lo indicado en el código ASME Sección VIII División 1. El tanque será interconectado a la línea de succión de un compresor de recuperación de gas, el cual suministrará la

presión necesaria para poder integrar su descarga al cabezal de alta presión de descarga de Turbocompresores.

B.8 Sistema de aire de instrumentos y aire de planta

Cada estación de compresión (**CS-1, CS-2, CS-3** y **CS-4**) contará con un sistema de aire comprimido que deberá tener la capacidad requerida para los servicios de aire de planta y de instrumentos. Este paquete incluirá dos compresores tipo tornillo, diseñados en apego a la norma ISO 10440-2. La descarga de los compresores se proyecta, por una parte, al sistema de secado y por otra, al Tanque de aire de planta.

El sistema de secado será de tipo regenerativo con torres duales sin calentamiento a una presión de rocío de -40 °C (-40 °F). Deberá contar con todas sus tuberías, válvulas e instrumentos, alarma y contactos consecutivos con interface a los controles de la estación. Las secadoras de aire serán diseñadas y fabricadas cumpliendo con la norma de referencia ISO 7183:2007. La pureza del aire comprimido para instrumentos en el punto de utilización debe cumplir con la clase ISO 8573-1 (tamaño de partícula de 1 micrón, punto de rocío -40 °C, concentración total de aceite <0.01 mg/m3); a 7.0 kg/cm2 (100 psig). Las torres de secado y filtros deberán ser diseñadas de acuerdo con el código ASME Sección VIII División 1.

Se contará con un tanque para acumular aire de instrumentos y uno para acumular aire de planta, los cuales deben ser adecuados para operar a la intemperie, en un ambiente desértico arenoso, para ser instalados y anclados en posición vertical en una cimentación de concreto armado, con tapas semi- elípticas 2:1. El diseño, fabricación, inspección, será de acuerdo con el código ASME sección VIII división 1, deberá ser estampado ASME y con registro NBIC.

Deberán suministrarse válvulas de aislamiento y ventilación de tal modo que cada compresor y secador de aire puedan ser aislados para su mantenimiento, mientras que el sistema sigue operando. La segunda unidad está diseñada para brindar respaldo al 100%.

Los paquetes de aire comprimido son completamente autónomos, con todos los controles y arrancadores del motor eléctrico. La función del control principal del compresor deberá estar dentro del sistema de control suministrado por el proveedor y completamente autónomo.

Los paneles de control deben comunicarse entre sí y determinar cuál compresor de aire debe operar. Debe suministrarse corriente trifásica de 480 VCA al compresor. Cada compresor debe tener alarma y contactos de estado con interface a los controles de la planta/estación.

Como mínimo, cada paquete de aire comprimido estará conformado por los siguientes equipos:

- Dos (2) Compresores de aire tipo tornillo rotativo.
- Dos (2) Prefiltros de aire.
- Dos (2) Paquetes de secadoras de aire tipo regeneración en frío.
- Dos (2) Postfiltros de aire.
- Un (1) Recipiente acumulador de aire de planta.
- Un (1) Recipiente acumulador de aire de instrumentos.

B.9 Sistema de Agua de Servicio

El sistema de agua de servicio debe incluir un tanque de almacenamiento de 10 m3 de capacidad por cada estación de compresión y **EMRyC**, construido en polietileno de alta densidad, con acabado antibacterial, con tapa semielíptica y fondo plano, que asegure las necesidades de agua de las tomas de servicio del taller y del área de campo, así como el volumen de agua requerido para la operación de las instalaciones dentro de los

sanitarios y cuartos de aseo que están considerados en el arreglo arquitectónico. La demanda de agua se estimará con base en el número de personas (personal de operación, personal de servicio externo y visitantes) que se encuentren dentro de cada estación.

El sistema hidroneumático deberá contar con dos bombas centrífugas, una en operación y otra en espera, así como un tanque precargado con membrana. Dentro del alcance se debe incluir el suministro, selección, interconexión, prueba y puesta en operación del equipo hidroneumático, el cual es de tipo paquete.

Así mismo, para lavaojos y regaderas se deberán incluir filtros separadores de lecho profundo dúplex.

B.10 Sistema de Control

Las Estaciones de Compresión CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4 y la EMRyC de Puerto Libertad contarán con los siguientes Sistemas de Control:

- Sistema de Control de Proceso (SCP)
- Sistema de Paro por Emergencia (SPE)
- Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGF).

Estos sistemas de control serán independientes y estarán alojados en el cuarto de control principal de cada estación. Estarán controlados por sistemas independientes, pero intercomunicados entre sí mediante comunicación Ethernet y enlazados al sistema SCADA.

Las estaciones de MLV contarán con UTR´s que serán enlazadas al Cuarto de Control (CC) Centralizado, ubicado en la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad y al sistema SCADA.

Las señales de la EMRyC ubicada en Puerto Libertad también se enlazarán al CC Centralizado ubicado en la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad. A este CC Centralizado también llegará la información clave de MLV's, y de las estaciones CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4.

En una etapa futura se contará con un Cuarto de Control Alterno, diferente al de la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad, cuya ubicación será definida durante la Ingeniería de Detalle.

B.11 Sistema de Control de Proceso

El equipo asociado al Sistema de Control de Proceso (**SCP**) contará con lo siguiente:

- Controlador o procesador con redundancia para el **SCP**.
- Módulos de comunicación de Ethernet con redundancia.
- Comunicación HART y módulos de diagnóstico.
- Fuente(s) de poder redundante con salida a 24 VCD para el sistema (procesador, E/S, módulos de comunicación, etc.).
- Fuente(s) de poder redundante a 24 VCD para instrumentación de campo.
- Módulos de E/S (Considerar capacidad adicional de 30% en E/S y 30% en espacio para módulos a futuro).
- Estaciones de operación.
- Estación de Ingeniería compartida con SPE y SDGF
- Laptop para labores de configuración y mantenimiento.

- Impresora de alarmas

El **SCP** estará integrado por los siguientes tipos de módulos de entrada/salida, organizados para distinguir claramente los módulos, cables y accesorios para cada tipo de señal:

- Analógica
- Discreta
- Cables de alimentación
- Señales de pulsos (si son requeridas)
- Señales de RTD (si son requeridas)

Las señales discretas y analógicas no estarán mezcladas en el mismo módulo. No hay mezcla de señales discretas de canales a diferentes niveles de voltaje en el mismo módulo E/S.

El sistema de módulos de E/S integrarán todas las señales de campo y tendrán un 30% de reserva para futuras expansiones, también se considerará un espacio de 30% adicional en gabinete.

El SCP estará conectado por comunicación con los siguientes sistemas:

- Equipo paquete de compresores y secadoras de aire
- Generadores
- UPS Principal y Respaldo
- Tablero de baja tensión principal y CCM's
- Paquete hidroneumático
- Paquetes de acondicionamiento de gas
- SPE
- SDGF
- Sistemas de control de turbo compresores PLC-TC
- SCADA

El SCP desarrollará las funciones de control y supervisión de toda la instrumentación de campo y equipos paquete involucrados con el sistema a excepción de los equipos e instrumentos asociados al turbocompresor, así mismo deberá proporcionar al operador todas las disposiciones que permitan un funcionamiento completamente continuo y fácil de todas las instalaciones de la estación de compresión.

B.12 Sistema de Paro de Emergencia

Las Señales utilizadas para el Sistema de Paro de Emergencia (**SPE**) serán cableadas directamente, al igual que las señales de interface de paro entre el **SPE** y las unidades de control.

El sistema de fuego y gas (**SDGF**) estará comunicado en red con el **SPE**.

Se contará con un botón **SPE** en el tablero principal de control SPE en el cuarto de control por unidad.

El SPE ejecutará en cada unidad un cierre presurizado de paro rápido. La presencia de fuego o la alta concentración de gas en el recinto de la turbina deberán ocasionar un paro del **SPE** en sitio.

La instrumentación, así como el sistema de paro por emergencia cumplirá como mínimo con SIL-2, este requerimiento de SIL será validado y ratificado mediante un estudio Hazop que se efectuará durante la etapa de Ingeniería de Detalle. Todo el funcionamiento I/O del SPE deberá estar de acuerdo con lo que se establezca en la Matriz de Causa y Efecto.

B.13 Sistema de Detección de Gas y Fuego

El sistema de detección de gas y fuego (**SDGF**) tendrá como función principal detectar oportunamente un conato de incendio o fuga de gases/vapores inflamables o tóxicos para alertar al personal y ejecutar las funciones de seguridad necesarias para protección del personal, de la instalación y del medio ambiente, buscando minimizar los daños materiales, daños al medio ambiente y pérdidas económicas.

La selección del tipo de tecnología de detección está basada en la identificación de riesgos y diseñada en apego a los requerimientos de la norma NFPA 72, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Características de combustión.
- La tasa de crecimiento del incendio.
- Los riesgos de fuegos y de explosiones.
- La naturaleza y las propiedades de las sustancias que se almacenan, procesan o manejan.
- Las condiciones ambientales.
- Las cantidades de los materiales inflamables y combustibles.

El **SDGF** estará alojado en el Cuarto de Gabinetes de la Instalación; así mismo, deberá ser enlazado al SPE de acuerdo con la Matriz Causa Efecto.

El Sistema de detección de gas y fuego se basa en un controlador lógico programable de arquitectura modular para las operaciones de supervisión y control de toda la instrumentación de campo, así como de los servicios auxiliares requeridos.

El SDGF está diseñado, construido y mantenido de forma que se eviten interrupciones no programadas, brindando una disponibilidad de 99.99 % (SIL 2), como mínimo. El requerimiento SIL deberá ser confirmado por el análisis de riesgo desarrollado durante la Ingeniería de Detalle.

A través de su lógica, el SDGF realizará las acciones oportunas de forma segura y confiable para la activación de las válvulas automáticas de los sistemas de aspersión de espuma, alarmas audibles y alarmas visibles, previniendo al personal de las situaciones detectadas de peligro.

C. Válvulas

C.1 Válvulas de Bloqueo ESDV / SDV

Las válvulas serán tipo bola paso completo, de un cuarto de vuelta para operación de bloqueo. El diseño de éstas (Cuerpo, Bridas y Distancia entre Bridas) estará conforme a los requerimientos de los estándares ASME B16.34, ASME B16.5, ANSI B16.10 y ASME B16.47. El material de la válvula e internos deberá cumplir con la especificación de materiales de tuberías. Para todas las válvulas / actuadores, se deberán entregar con la preparación y pintura de acuerdo con las bases de diseño de tuberías SM-0000-WOR-PI-BOD-00001 y especificación de materiales de tuberías SM-0000-WOR-PI-SPC-00001. Estas válvulas serán con cierre hermético (cero fugas) en cumplimiento con el estándar API-598 (se entregará certificado de prueba), última revisión vigente. Las válvulas tipo bola cumplirán con la prueba de fuego en cumplimiento con el estándar API-607 y el API-6FA, última revisión vigente.

Para las válvulas de bloqueo ESDV / SDV se debe considerar un actuador electrohidráulico. El actuador electrohidráulico será de tipo pistón de simple efecto, retorno por resorte, con condición de falla abre (FO) o cierra (FC); y de doble efecto, con condición de falla última posición (FL) conforme se indique en los DTIs. El accionamiento es a través de un sistema hidráulico integral como fluido de potencia. Los actuadores electrohidráulicos (motor) deberán ser alimentados a 24 VCA en estaciones donde sea limitada la alimentación eléctrica mientras se cumpla el torque necesario. Se deberá suministrar un tanque de almacenamiento para el fluido hidráulico con indicador local de nivel e interruptor de bajo nivel. El fluido será recomendado por el fabricante. Las válvulas tendrán una Bomba Hidráulica para accionamiento manual de emergencia.

Todos los accesorios eléctricos y electrónicos del actuador (válvulas solenoide, Interruptores, etc.) estarán encapsulados para cumplir el requerimiento de a prueba de explosión y deberán ser adecuados para la clase en la que se encuentren de acuerdo con el plano de áreas clasificadas del proyecto y cumplir con FM o CSA.

Para las válvulas ESDV / SDV, el actuador contará con protección ignifuga y deberá actuar al cierre automático en presencia de fuego, bajo la confirmación del SFG.

El proveedor debe efectuar en forma conjunta con personal designado por el cliente, la inspección de cada uno de los elementos que integran el pedido, comprobando que estén completos y conforme a los requisitos técnicos solicitados en esta base de diseño.

El proveedor debe de cumplir como mínimo con los siguientes:

- Requerimientos técnicos y contractuales.
- La aplicación de las normas, códigos, procedimientos o como especificaciones de todos los componentes del pedido.
- Certificados de aseguramiento de calidad o reportes de calidad o informes de resultados de calidad de todos los componentes del pedido.
- Las pruebas finales de aceptación de todos los componentes del pedido.
- El acabado y embalaje de los componentes del pedido.

Manuales de operación, mantenimiento y números de parte de cada uno de los componentes del pedido.

Durante la ingeniería de detalle se garantizará el cumplimiento con las DACG que establecen los Lineamientos para la prevención y el control integral de las emisiones de metano del Sector Hidrocarburos.

Esta inspección no libera al proveedor de cumplir con todo lo expresado o implicado en las especificaciones o de las garantías del proveedor que el material cumplirá satisfactoriamente bajo las condiciones razonables de servicio. No se aceptarán cargos debidos a esta inspección.

Durante las pruebas FAT el proveedor deberá entregar a TGSM los certificados de materiales y calibración de fábrica. Los procedimientos de certificación para el conjunto válvula - actuador se deben ajustar a normas internacionales elaboradas para cumplir con este requisito.

A fin de evitar fuentes de fuga, se debe verificar las siguientes partes:

- Brida de montaje y acoplamiento
- Sellos del tornillo del tope
- Cada actuador se debe revisar (hidráulicamente) para verificar fugas a través del sello del pistón, aplicando el 100 % de la presión de operación en el cilindro

- Verificar el ajuste de los tornillos de tope de carrera del actuador que permitan el desplazamiento requerido por la válvula.
- Cada actuador debe ser operado al menos 5 veces consecutivas en cada dirección con el 10 % de la presión de operación, para permitir que los sellos alcancen la condición de servicio.
- Cada actuador se debe inspeccionar para verificar una rotación de 90°
- Todos los accesorios deben estar instalados en el actuador para que sean probados en forma integral con el actuador.
- Probar la capacidad de efectuar la operación de la posición abierta cerrada del actuador utilizando el operador manual (siempre y cuando se requiera el operador manual con el actuador o el conjunto válvula-actuador). Adicionalmente se debe probar el tiempo requerido de apertura y cierre de la válvula.
- Se deben probar los accesorios del actuador que manejen protocolos de comunicación de acuerdo con lo establecido.
- Cada actuador debe tener el Informe de Resultados de las pruebas que se mencionan arriba.
- La válvula de bloqueo y sus accesorios deben suministrarse con una placa permanentemente asegurada (no se aceptan uniones por adhesivo), con la siguiente información:
    a. Identificación (TAG) y servicio.
    b. Nombre del fabricante y modelo.
    c. Material de los internos.
    d. Rango de operación.
    e. Tamaño del cuerpo y puerto.

C.2 Válvulas de Despresurización de Emergencia BDV

Las válvulas serán tipo bola paso completo, de un cuarto de vuelta para operación de bloqueo. El diseño de éstas (Cuerpo, Bridas y Distancia entre Bridas) estará conforme a los requerimientos de los estándares ASME B16.34, ASME B16.5, ANSI B16.10 y ASME B16.47. El material de la válvula e internos deberá cumplir con la especificación de materiales de tuberías. Para todas las válvulas / actuadores, se deberán entregar con la preparación y pintura de acuerdo con las bases de diseño de tuberías SM-0000-WOR-PI-BOD-00001 y especificación de materiales de tuberías SM-0000-WOR-PI-SPC-00001. Estas válvulas serán con cierre hermético (cero fugas) en cumplimiento con el estándar API-598 (se entregará certificado de prueba), última revisión vigente. Las válvulas tipo bola cumplirán con la prueba de fuego en cumplimiento con el estándar API-607 y el API-6FA, última revisión vigente.

Para las válvulas BDV se debe considerar un actuador neumático tipo pistón de simple efecto, retorno por resorte, con condición de falla abre (FO), accionado mediante suministro de aire proveniente del paquete de aire comprimido. Para el dimensionamiento del actuador, se deberá considerar un factor de seguridad de 1.3 con respecto a la presión máxima de operación de la válvula.

Las válvulas solenoides serán del tipo 3 vías 2 posiciones, bajo consumo a 24 VCD. Debe contar con interruptores de posición abierto / cerrado tipo DPDT o SPDT de 24 VCD. Todos los componentes eléctricos de la válvula deben ser a prueba de explosión, con certificado FM, CSA o similar.

La válvula BDV deberá tener integrado en el cuerpo una placa de identificación de acero inoxidable (no se admite que la placa se pegue con adhesivos), con la siguiente información:

a. Identificación (TAG) y servicio.
b. Nombre del fabricante y modelo.
c. Material de los internos.
d. Rango de operación.
e. Tamaño del cuerpo y puerto.

C.3 Válvulas de Control Modulante

Las válvulas de control modulante serán de accionamiento neumático. Aquellas posicionadas por una señal electrónica serán suministradas con un transductor/posicionador electroneumático resistente a la vibración con filtro regulador y manómetro completamente conectado y montado en la válvula de control.

Deberán ser de una sola marca, procurando estandarizar los tamaños, en función del Cv calculado.

Las válvulas serán especificadas del tipo falla segura, para eventos de falla en señal electrónica y de fluido de potencia. La posición de falla será definida en los DTIs.

El tamaño seleccionado de válvula será tal que ésta pueda operar entre 40% - 80% de la apertura de la válvula que corresponde al flujo mínimo y máximo especificado. Cuando el flujo máximo de operación no esté disponible, el tamaño de la válvula se basará en la caída de presión especificada al 150% de las condiciones de flujo de diseño de proceso normales.

Las válvulas de control serán generalmente especificadas con asiento hermético Clase IV por ANSI/FCI 70-2. Para mayor clase de asiento hermético se basará en los requerimientos de proceso Clase VI.

El actuador de la válvula será dimensionado de tal forma que la válvula pueda operar correctamente cuando la presión aguas arriba sea 10% por encima de la máxima, y aguas abajo, la presión sea igual a la presión atmosférica o a la mínima de proceso (la que sea menor).

La válvula de control se especificará con característica igual porcentaje, a menos que otra cosa sea requerida por las condiciones del proceso.

Los diferentes accesorios (actuador, electro posicionador, válvula solenoide, entre otros.) de las válvulas de control deberán ser adquiridos e instalados como parte integral de la válvula y probados en fábrica en conjunto, garantizando que trabajen como una unidad integral.

Para la instalación de válvulas de control, s deberá tener el espacio suficiente para un fácil mantenimiento y ser accesibles al personal desde piso o plataforma.

La tubería para fluido de potencia entre el actuador y el posicionador será 3/8" o ½" OD x 0.049" de espesor de pared, en acero inoxidable 316 con racores Swagelok de doble férula de acero inoxidable 316.

Las válvulas de bloqueo para válvulas de control deberán ser de un tamaño mayor que el de la de control, pero no más grandes que el tamaño de la tubería. Si se requieren reductores, se localizarán tubería arriba y abajo de la válvula de control.

La válvula de by-pass de válvula de control tendrá al menos una capacidad igual al Cv calculado o requerido de la válvula de control. El proveedor de estas válvulas deberá entregar las memorias de cálculo del dimensionamiento de cada válvula con software de cálculo de reconocido uso, prestigio, actualizado y probado

dentro del ámbito de ingeniería, no se aceptan cálculos a mano o en Excel® que sustituya el software requerido.

Se deberá incluir un transmisor de posición para la válvula. Los internos de las válvulas deberán cumplir con la especificación de la tubería. El empaque del vástago y bonete se seleccionarán en base a la temperatura del servicio y/o los requerimientos de emisiones de fuga.

El asbesto es un material no permitido. El nivel del ruido en todas las válvulas de control cumplirá con lo especificado por la **NOM-011-STPS-2001** "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido", 85 dBA durante 8 hr de servicio continuo y 95 dBA de servicio intermitente a una distancia 1 m (3 ft) de la válvula.

El proveedor deberá entregar como mínimo los siguientes certificados e informes basados en los protocolos para las pruebas de aceptación.

- Certificado de calibración con la firma del banco de válvulas de control.
- Informe de configuración.
- Pruebas de funcionamiento conjunto válvula-actuador.
- Pruebas hidrostáticas.
- Fuga del asiento.

La válvula de control deberá tener integrado en su cuerpo la dirección del flujo, no se acepta que éste sea rotulado. Las válvulas deben tener integrado en el cuerpo una placa de identificación de acero inoxidable (no se admite que la placa se pegue con adhesivos), con la siguiente información:

a. Identificación (TAG) y servicio.
b. Nombre del fabricante y modelo.
c. Material de los internos.
d. Rango de operación.
e. Tamaño del cuerpo y puerto.

C.4 Válvulas de corte XV y HV

Las válvulas de corte XV y HV deben ser del tamaño de la tubería, y las dimensiones cara a cara de acuerdo con ANSI Standard B16.10. El cuerpo de las válvulas será tipo bola paso completo o de

acuerdo con lo indicado en DTIs. Los materiales de cuerpo e internos y rating serán de acuerdo con lo indicado en las especificaciones de tubería y de proceso.

Las válvulas deben ser cero fugas y a prueba de fuego. Los actuadores para las válvulas de corte XV y HV (de diámetro igual o mayor a 24") serán motorizados (MOV). La velocidad de apertura y cierre debe estar calculada para evitar fenómenos de cavitación y golpe de ariete.

Los actuadores eléctricos de las válvulas de corte deben ser conectados por señales duras al SCP para envío de comandos de apertura y cierre y la posición de abierta o cerrada de acuerdo con los interruptores de posición. Adicionalmente deberán contar con puerto de comunicación serial RS- 485 Modbus RTU en caso de requerir señales de diagnóstico en el SCP. Se alimentarán a 480 VCA, proveniente del CCM de la estación.

El actuador debe incorporar controles locales para la operación de apertura, cierre y paro; y un interruptor selector de modo local/fuera/remoto. La selección de modo debe poder bloquearse en cualquiera de las

siguientes tres posiciones: control local más paro local solamente, fuera (sin operación eléctrica), control remoto más paro local solamente.

Debe ser posible seleccionar control local mantenido o no mantenido. Los controles locales se dispondrán de modo que la dirección del recorrido de la válvula pueda invertirse sin necesidad de detener el actuador.

Los controles locales y la pantalla deben rotar en incrementos de 90 grados para adaptarse a la orientación de la válvula y el actuador. El motor debe estar colocado o montado en el mismo gabinete que trae integralmente el actuador de la válvula o como parte de ella, (no debe ser por separado).

Se debe proporcionar protección para el motor y deberá ser integral al actuador, debe proporcionarse de la siguiente manera:

- Bloqueo – el motor debe desactivarse dentro de los 8 segundos en caso de bloqueo al intentar quitar el asiento de una válvula atascada.
- Sobre temperatura – el termóstato provocará la desconexión del motor. Reinicio automático en refrigeración.
- Monofásico – protección bajo la pérdida de una fase.
- Dirección – corrección de la rotación de fase.

La válvula de corte deberá tener integrado en el cuerpo una placa de identificación de acero inoxidable (no se admite que la placa se pegue con adhesivos), con la siguiente información:

a. Identificación (TAG) y servicio.
b. Nombre del fabricante y modelo.
c. Material de los internos.
d. Rango de operación.
e. Tamaño del cuerpo y puerto.

C.5 Válvulas de Seccionamiento MLV

Las válvulas MLV son de tipo bola montada sobre muñón, con conexión a la Tubería Principal soldada (caso de tubería enterrada) o conexiones bridadas (caso de tubería aérea), de acuerdo con lo indicado en la especificación de tuberías; con Actuador tipo Electrohidráulico con condición de falla segura a última posición (FL), debe contar con un kit de aislamiento para la válvula.

Se deben considerar transmisores de presión y temperatura en las válvulas MLV para monitoreo de las variables en el ducto.

El cuerpo de la válvula debe ser integral soldado, los materiales de construcción y los materiales del asiento deben ser a prueba de fuego en cumplimiento con la norma API 6FA.

El actuador electrohidráulico será de tipo pistón de doble efecto con condición de falla segura a la última posición (FL). El accionamiento es a través de un sistema hidráulico integral como fluido de potencia. Los actuadores electrohidráulicos (motor) deberán ser alimentados a 24 VCA en estaciones donde sea limitada la alimentación eléctrica mientras se cumpla el torque necesario. Se deberá suministrar un tanque de almacenamiento para el fluido hidráulico con indicador local de nivel e interruptor de bajo nivel. El fluido será recomendado por el fabricante. Las válvulas tendrán una Bomba Hidráulica para accionamiento manual de emergencia.

Las MLV operan con arreglos de tres válvulas solenoides de 3 vías 2 posiciones con alimentación eléctrica de 24 VCD; donde 2 válvulas son para operación normal teniendo la primera la función de Abrir y la segunda la función de Cerrar. La tercera válvula tiene la función de cierre por acción electrónica del Sistema de Emergencia de la propia válvula.

Debe contar con Interruptores de posición Abierto/Cerrado tipo DPDT de 24VCD. Debe tener un sistema de operación local/fuera/remoto. Todos los componentes eléctricos de la válvula deben ser a prueba de explosión, con certificado FM, CSA o similar.

La válvula contará con un sistema automático de protección para el cierre de la válvula MLV en caso de una caída súbita de presión (line break) en el ducto en un lapso; esta detección se realizará a través del Transmisor de Presión dedicado para esta función, el cual enviará una señal al Controlador de la MLV para energizar la válvula solenoide del Sistema de Emergencia de la MLV (módulo ESD) y llevarla a su posición Cerrada.

Se tendrá una protección de capa física a través de dos válvulas piloto una por alta presión y otra por baja presión de set-poin ajustable (PSHV y PSLV), las cuales actuarán inmediatamente y llevarán a la MLV a su posición Cerrada. Adicionalmente se protegerá al actuador con un limitador de par de giro.

La válvula contará con un dispositivo para la prueba de cierre parcial local y remoto desde el SCADA.

Ante falla de energía eléctrica, la MLV deberá mantenerse en su última posición FL, deberá contar con un sistema de tierra electrónica y física, así como contar con sistema de protección catódica.

Las válvulas contaran con un tanque acumulador de respaldo de aceite, que estará diseñado para tres carreras (apertura–cierre). El tanque será estampado ASME, y su nivel se monitoreará por medio de un transmisor de presión hidrostática o de nivel.

Para el caso de las MLV´s su sistema de control principal son Unidades terminales Remotas RTUs de bajo consumo, para envió de señales al SCADA, ya sea mediante radio comunicación y modem celular o satelital.

La válvula de seccionamiento MLV deberá tener integrado en el cuerpo una placa de identificación de acero inoxidable (no se admite que la placa se pegue con adhesivos), con la siguiente información:

a. Identificación (TAG) y servicio.
b. Nombre del fabricante y modelo.
c. Material de los internos.
d. Rango de operación.
e. Tamaño del cuerpo y puerto.

C.6 Válvulas Manuales con Interruptores de Posición

Las válvulas manuales identificadas como "HV" de diámetro menor a 24" deberán cumplir con los siguientes requisitos: Las válvulas deben ser bridadas y deben cumplir con los requerimientos del ASME B16.5 y ASME B16.47 Serie A. Las bridas deben ser integrales al cuerpo.

Los materiales de cuerpo e internos y rating serán de acuerdo con lo indicado en la especificación de tuberías donde se instalarán.

La válvula de bola deberá tener el sello hermético según la norma ISO 14313 (API-6D), debe ser a prueba de fuego según la norma API-6FA. Las condiciones de diseño de proceso dictan el material del cuerpo de las válvulas, así como la clasificación ANSI.

Las válvulas manuales deberán contar con interruptores de posición ZSC/ZSO, estos dispositivos son electromecánicos y cuentan con contactos del tipo Doble Polo Doble Tiro (DPDT), los instrumentos deberán instalarse sobre el operador de engranes de las válvulas, para censar la carrera de la válvula en los puntos de apertura y cierre.

Las válvulas manuales identificadas como "HV" deben tener una placa d identificación de acero inoxidable permanentemente asegurada al cuerpo de la válvula (no se aceptan uniones con adhesivo) que incluya la siguiente información:

a. Identificación (TAG) y servicio.
b. Marca, modelo y número de serie.
c. Nombre del fabricante y modelo.
d. Fecha de fabricación.
e. Tamaño del cuerpo y puerto.

C.7 Válvulas de Alivio de Presión

Las válvulas de alivio de seguridad deben ser del tipo operadas por resorte. Las válvulas de relevo operadas por piloto deben ser auto operadas y la válvula principal debe abrir automáticamente a la presión de ajuste y debe descargar su capacidad total si el piloto falla.

Las válvulas suministradas bajo esta especificación deberán ser productos estándar en los catálogos del fabricante, ser adecuados para trabajo pesado para aplicaciones industriales y deberán suministrarse totalmente ensamblados probados, calibrados e identificados.

Las bases de selección de las válvulas de seguridad en general deberán estar de acuerdo con los requisitos del API RP-526/527 o con el código ASME sección I y VIII según aplique. El software que se utilizará para el cálculo de las válvulas de seguridad será el propio del fabricante. Las válvulas deberán especificarse con boquillas de acero o de aleaciones de acero, de acuerdo con las condiciones de operación.

El porcentaje de acumulación empleado en el cálculo de tamaños de los dispositivos de alivio de presión será el siguiente:

- 3% Para servicios de vapor donde aplica el código ASME para calderas de potencia.
- 10% Para servicios de Gases, y Líquidos
- 25% Para servicios de alivio térmico de líneas con líquido y descarga de bombas.

Prueba de corrosión de acuerdo con UL 525 Punto 14. Los materiales de construcción serán como mínimo cuerpo de acero al carbón con internos de acero inoxidable, a menos que se indique otro material en las hojas de datos.

Materiales de empaques: Los empaques son tipo cinta de Acero Inoxidable 304, Enrollada en espiral sobre Grafito puro flexible, en cada aplicación debe corresponder: el tamaño, la Clase ANSI y el tipo de cara de las bridas la utilizada en este proyecto es la R.F. (Cara alzada). No se acepta el uso de asbesto

Todas las válvulas de seguridad deberán ser marcadas y certificadas de acuerdo con el código ASME para calderas y recipientes a presión.

Las válvulas de relevo de presión de ¾" x 1" para servicios de expansión térmica, deberán ser de conexión bridada estándar del fabricante, con régimen y tipo de caras de acuerdo con las especificaciones de tuberías aplicable al proyecto.

Las válvulas de seguridad y relevo del tipo boquilla completa deberán de especificarse para tamaños de 1" y mayores.

Las válvulas de relevo de presión del tipo boquilla modificada deberán de especificarse para servicios de expansión térmica, el tamaño deberá ser de ¾"x1" para todos los líquidos

Las válvulas de alivio de presión se deben marcar por el fabricante, de acuerdo con lo establecido en la norma API 528 "API standard for safety relief valve nameplate nomenclature". El estampado en las válvulas de seguridad deberá ser suministrado de acuerdo con el código ASME, sección VIII, Div. I en la parte UG-126 a UG-136 y certificado de cumplimiento con lo establecido en la norma API ya mencionadas.

Las válvulas de alivio de presión y vacío que se suministren se deben marcar con todos los datos indicados a continuación, se deben estampar, grabar en la válvula o en una placa de acero inoxidable tipo 304 bien sujetada a la válvula de manera permanente y no removible, en lugar visible para el operador (no se acepta el uso de adhesivos):

a. Identificación (TAG) y servicio.
b. Número o tipo de diseño del fabricante.
c. Diámetro de la tubería a la entrada del dispositivo en mm (in).
d. La presión y vacío de ajuste.
e. Capacidad de aire a la presión o vacío de relevo.
f. Fecha de ajuste de la presión.
g. Identificación de la válvula.

C.8 Válvulas Reguladoras

La válvula deberá tener integrado e su cuerpo la dirección del flujo, no se acepta que éste sea rotulado. El nivel de ruido no deberá exceder de 85 dBA a flujo normal a una distancia de un metro de la válvula.

El proveedor deberá suministrar certificados de materiales y calidad conforme a lo indicado en las hojas de datos.

Las válvulas que sean bridadas deberán estar de acuerdo con ASME B16.34 para el tipo de cara y régimen.

Las dimensiones de cara a cara deberán cumplir con ASME B16.10. Las partes húmedas deberán ser adecuadas para el fluido de proceso.

Las válvulas reguladoras deberán tener integrado en el cuerpo una placa de identificación de acero inoxidable (no se admite que la placa se pegue con adhesivos), con la siguiente información:

a. Identificación (TAG) y servicio.
b. Nombre del fabricante y modelo.
c. Material de los internos.
d. Rango de operación.
e. Punto de ajuste (Set-point).
f. Tamaño del cuerpo y puerto.

C.9 Sistema de Protección Catódica

El sistema de protección catódica debe ser un sistema de servicio continuo y confiable, de fácil mantenimiento e intercambiabilidad de los equipos. Se deberá considerar la protección catódica en las válvulas de seccionamiento, en las estaciones de compresión y en la estación de medición y regulación.

El sistema de protección catódica para toda estructura enterrada deberá diseñarse con el fin de mitigar la velocidad de corrosión que podría ocasionar fallas estructurales, de tal manera que evite cualquier efecto corrosivo adverso en estructuras cercanas (equipos, tuberías, cables, etc.), dando cumplimiento a las mejores prácticas de ingeniería y la normatividad aplicable. La vida útil del diseño del sistema de protección catódica será de 30 años.

La protección catódica para el sistema de transporte y las estaciones de compresión será a base de corriente impresa, respaldada con ánodos de sacrificio en las estaciones de compresión y **EMRyC**. Se contará con rectificadores ubicados de manera estratégica.

Previo al diseño del sistema de protección catódica se deberá efectuar lo siguiente:

- Estudio de interferencias electromagnéticas a lo largo de la tubería para evaluar las condiciones de riesgo AC, establecer las medidas de mitigación y cumplir con los lineamientos necesarios para obtener los permisos de cruzamiento con las líneas de alta tensión.
- Realizar un levantamiento con la finalidad de detectar paralelismos y cruzamientos con líneas eléctricas de alta tensión.
- Realizar el plano típico de los cruzamientos y/o paralelismos con las líneas de alta tensión.
- Considerar sistema de mitigación contra arco eléctrico en las juntas aislantes, el tipo de cable a ocupar será como mínimo de 10AWG-HWPE

Así mismo, se desarrollarán los procedimientos y pruebas de monitoreo para determinar si se ha obtenido una protección catódica adecuada.

Los planos de ingeniería deben definir claramente la ubicación del equipo de protección catódica incorporado en la tubería, así como la ubicación de otras instalaciones o estructuras a la vista o enterradas que pudiesen afectar o ser afectadas por el sistema de protección catódica.

C.10 Sistema Contra Incendio

De conformidad con la norma oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, las áreas clasificadas con riesgo de incendio ordinario contarán con equipos contra incendio, y en las áreas clasificadas con riesgo de incendio alto, contarán con sistemas fijos de protección contra incendio para atender cualquier contingencia de la emergencia de incendio. Estos equipos y sistemas serán apropiados para la clase de fuego que pueda presentarse.

De conformidad con la norma oficial Mexicana NOM-007-ASEA-2016, las válvulas de corte "ESDV" de las estaciones de compresión actuarán al cierre automáticamente en presencia de fuego y estarán protegidas contra incendio, ya sea mediante aislante térmico o pintura intumescente y contarán con un sistema de enfriamiento tipo diluvio a base de espuma.

Los requerimientos de protección contra incendio deberán afinarse en la ingeniería de detalle con los resultados del Análisis de riegos y del Análisis de consecuencias.

Las consecuencias se evaluarán cuantitativamente para cada escenario identificado con materiales o mezcla peligrosa que se maneje en la instalación, para simular el peor caso, el caso más probable y casos alternos

de aquellos riesgos identificados con un nivel de riesgo no tolerable y aquellos ubicados en la región ALARP (As Low As Reasonably Practicable - Tan bajo como sea Razonablemente Práctico).

Como resultado de las simulaciones de derrames y fugas de sustancias peligrosas, se afinarán las medidas de prevención, control y mitigación de los riesgos.

Los equipos paquete de las estaciones de compresión, tales como las Turbinas de los Compresores, los Turbogeneradores Eléctricos y Generadores Eléctricos a Diesel, serán protegidos con sistemas de supresión de incendio a base de CO2, diseñados en apego a los requerimientos de la NFPA 12 en su última edición. Estos sistemas de protección serán monitoreados desde el SDGF.

El Cuarto de Control, Cuarto de Gabinetes y Cuarto Eléctrico de las estaciones de compresión contarán con un sistema de supresión de incendio por inundación total a base de agente limpio FK-5-1-12 (NOVEC), diseñado en apego a los requerimientos de la NFPA 2001. Este sistema de protección será monitoreado desde el SDGF.

Todas las áreas del proyecto estarán protegidas con extintores contra incendio. Para la clasificación de riesgo ordinario:

- Al menos un extintor portátil por cada 300 m^2 de superficie
- Para fuego clase "A & C" la distancia de viaje para alcanzar un extintor no excederá 23 m considerando un camino natural de viaje.
- Para fuego clase "B" la distancia de viaje para alcanzar un extintor no excederá 15 m considerando un camino natural de recorrido.

Para la clasificación de riesgo alto:

- Al menos un extintor portátil por cada 200 m^2 de superficie
- Para fuego clase "A & C" la distancia de viaje para alcanzar un extintor no excederá 23 m considerando un camino natural de viaje.

Para fuego clase "B" la distancia de viaje para alcanzar un extintor no excederá 10 m considerando un camino natural de recorrido. Para los extintores con ruedas la distancia puede incrementarse hasta 15 m.

Para la ubicación y selección de los extintores, también se seguirán los lineamientos de NFPA 10 última edición.

D. Estaciones Compresión

D.1 Estación de compresión 1

Las corrientes de alimentación a la estación de compresión 1 (**CS-1**) son:

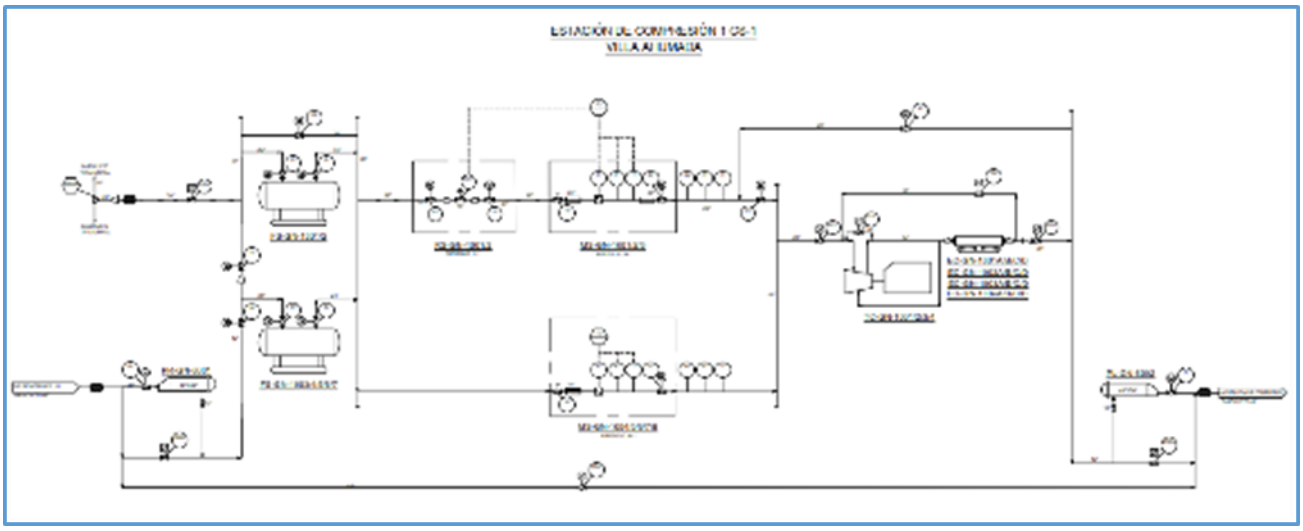
- Suministro de **GN** desde la frontera, con un flujo máximo de 2,640 MMPCSD (más el consumo acumulado de las estaciones de compresión). Los filtros y el patín de medición para esta aportación operarán en arreglo 4+1.
- Suministro de GN desde gasoducto Tarahumara, con un flujo máximo de 880 MMPCSD. Los filtros para esta aportación operarán en arreglo 2+0, mientras que el patín de regulación operará en arreglo 1+1, y el patín de medición en 2+1.

Los compresores de esta estación operarán con un arreglo 3+1 (3 equipos en operación y 1 de respaldo). Para los aeroenfriadores se contará con 4 trenes de enfriamiento (uno para cada compresor) con 4 bahías cada uno.

Los equipos principales que conforman esta estación se enlistan a continuación:

- Filtros dedicados para alimentación desde Tarahumara: FS-GN-1001/2.
- Filtros para alimentación desde la frontera: FS-GN-1003/4/5/6/7.
- Patín de regulación de flujo dedicado para alimentación desde Tarahumara: RS-GN-1001/2.
- Patín de medición dedicado para alimentación desde Tarahumara: MS-GN-1001/2/3.
- Patín de medición para alimentación desde la frontera: MS-GN-1004/5/6/7/8.
- Turbocompresores: TC-GN-1001/2/3/4.
- Enfriadores: EC-GN-1001A/B/C/D; EC-GN-1002A/B/C/D; EC-GN-1003A/B/C/D; EC-GN-1004A/B/C/D.
- Trampa de recibo de diablos: PR-GN-6001 (portátil).
- Trampa de envío de diablos: PL-GN-6002 (portátil).

Figura II.4. **Diagrama de la estación de compresión** CS-1**.**



D.2 Estación de compresión 2

La corriente de alimentación a la estación de compresión 2 (**CS-2**) es la proveniente de la estación de compresión **CS-1**.

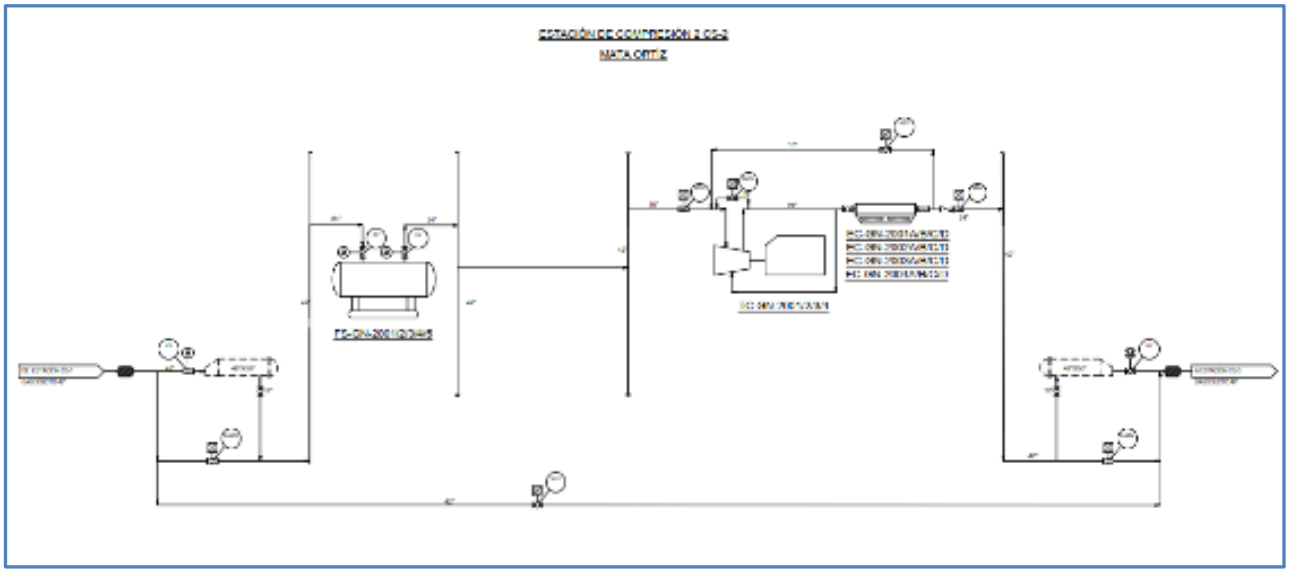
En esta estación, los filtros operarán en arreglo 4+1; mientras que los compresores operarán con un arreglo 3+1 (3 equipos en operación y 1 de respaldo). Para los aeroenfriadores se contará con 4 trenes de enfriamiento (uno para cada compresor) con 4 bahías cada uno.

Los equipos principales que conforman esta estación se enlistan a continuación:

- Filtros: FS-GN-2001/2/3/4/5.
- Turbocompresores: TC-GN-2001/2/3/4.
- Enfriadores: EC-GN-2001A/B/C/D; EC-GN-2002A/B/C/D; EC-GN-2003A/B/C/D; EC-GN- 2004A/B/C/D
- Trampa de recibo de diablos portátil.

- Trampa de envío de diablos portátil.

Figura II.5. **Diagrama de la estación de compresión** CS-2**.**



D.3 Estación de compresión 3

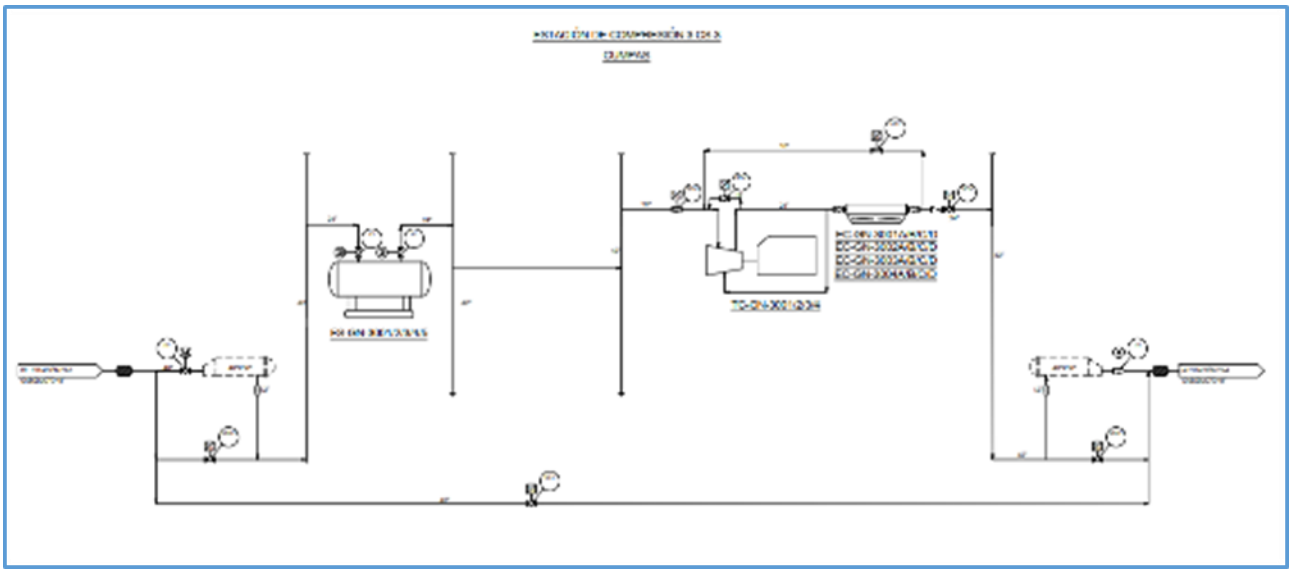
La corriente de alimentación a la estación de compresión 3 (**CS-3**) es la proveniente de la estación de compresión **CS-2**.

En esta estación, los filtros operarán en arreglo 4+1 mientras que los compresores operarán con un arreglo 3+1 (3 equipos en operación y 1 de respaldo). Para los aeroenfriadores se contará con 4 trenes de enfriamiento (uno por cada compresor) con 4 bahías cada uno.

Los equipos principales que conforman esta estación se enlistan a continuación:

- Filtros: FS-GN-3001/2/3/4/5.
- Turbocompresores: TC-GN-3001/2/3/4.
- Enfriadores: EC-GN-3001A/B/C/D; EC-GN-3002A/B/C/D; EC-GN-3003A/B/C/D; EC-GN-3004A/B/C/D.
- Trampa de recibo de diablos portátil.
- Trampa de envío de diablos portátil.

Figura II.6. Diagrama de la estación de compresión CS-3.



D.4 Estación de compresión 4

Las corrientes de alimentación a la estación de compresión 4 (**CS-4**) son:

- Suministro de GN desde la estación de compresión **CS-3**. Los filtros para esta aportación operarán en arreglo 4+1.
- Suministro de GN desde Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") propiedad de Carso Gasoducto Norte, S.A. C.V., con un flujo máximo de 880 MMPCSD. Los filtros para esta aportación operarán en arreglo 2+0, mientras que el patín de regulación operará en arreglo 1+1, y el patín de medición en 2+1.

Los compresores de esta estación operarán con un arreglo 3+1 (3 equipos en operación y 1 de respaldo). Para los aeroenfriadores se contará con 4 trenes de enfriamiento (uno por cada compresor) con 4 bahías cada uno.

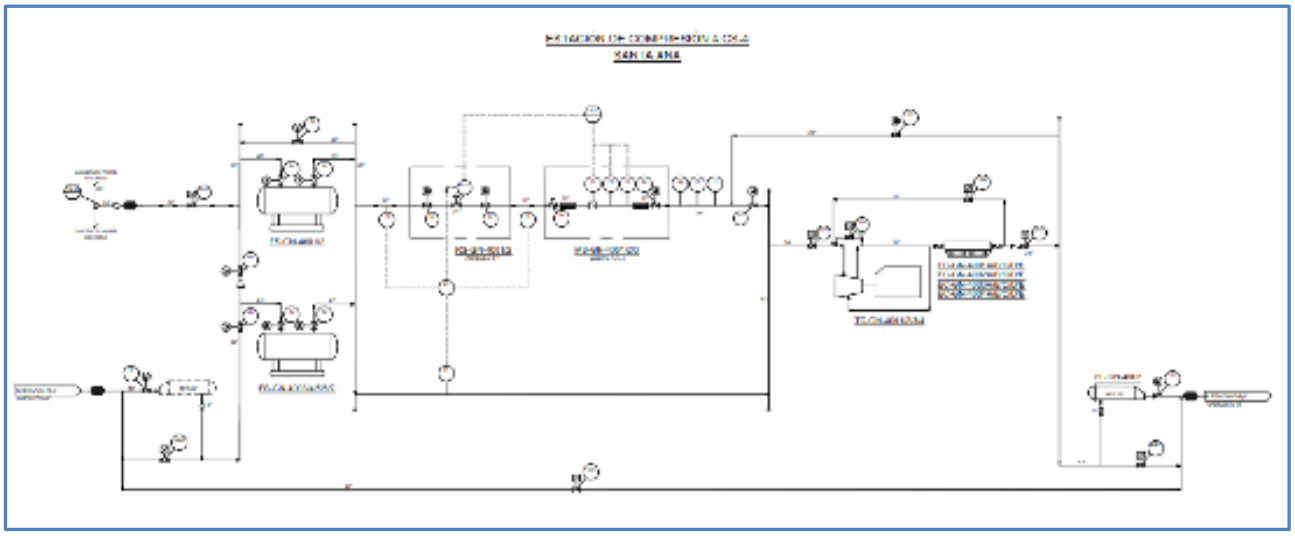
Los equipos principales que conforman esta estación se enlistan a continuación:

- Filtros dedicados para alimentación desde Gasoducto Samalayuca-Sásabe : FS-GN-4001/2.
- Filtros para alimentación desde estación **CS-3**: FS-GN-4003/4/5/6/7.
- Patín de regulación de flujo dedicado para alimentación desde Gasoducto Samalayuca-Sásabe : RS-GN-4001/2[i]
- Patín de medición dedicado para alimentación desde Gasoducto Samalayuca-Sásabe : MS-GN-4001/2/3.
- Turbocompresores: TC-GN-4001/2/3/4.

[i] En los escenarios donde el flujo proveniente del gasoducto de Carso esté a mayor presión que la corriente principal proveniente de la EC-3 y no pueda manejarse en un compresor dedicado por tener un flujo por debajo de la capacidad mínima de un compresor, el patín de regulación de flujo de esta corriente hará la función de regulación de presión para permitir la mezcla con la corriente principal.

- Enfriadores: EC-GN-4001A/B/C/D/E; EC-GN-4002A/B/C/D/E; EC-GN-4003A/B/C/D/E; EC-GN-4004A/B/C/D/E.
- Trampa de recibo de diablos portátil
- Trampa de envío de diablos: PL-GN-4002.

Figura II.7. **Diagrama de la estación de compresión** CS-4.



D.5 Estación de regulación, medición y control Puerto Libertad

La corriente de alimentación a la estación **EMRyC** (Puerto Libertad) es la proveniente de la estación de compresión 4 (**CS-4**).

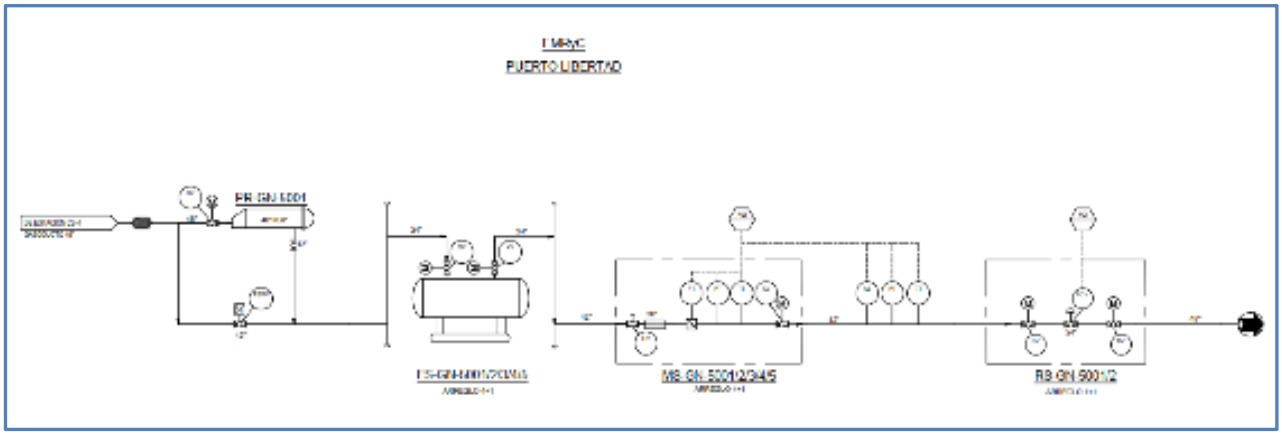
En esta estación los filtros y el patín de medición operarán en arreglo 4+1; mientras que el patín de control de flujo operará en arreglo 1+1.

Los equipos principales que conforman esta estación se enlistan a continuación:

- Filtros: FS-GN-5001/2/3/4/5.
- Patín de medición: MS-GN-5001/2/3/4/5.
- Patín de control de flujo: RS-GN-5001/2[ii].
- Trampa de recibo de diablos: PR-GN-5001.

[ii] Las válvulas reguladoras controlarán el flujo de envío a los trenes de licuefacción, sin embargo, tendrán la opción de modular presión para su integración al tren de licuefacción de la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad. En la ingeniería de detalle se optimizará dicho sistema de regulación.

Figura II.8. **Diagrama de la estación** EMRyC.



II.2.2 Programa de trabajo

El proyecto tendrá una vida útil 35 años desglosados de la siguiente manera, 5 años para la etapa de preparación del sitio y construcción y 30 años para la etapa de operación y mantenimiento, la cual podrá prorrogarse por período mayor de conformidad a los mantenimientos realizados una vez dictaminada la vida remante que determine la Unidad de Verificación. Por lo anterior, no se tiene una fecha exacta del cierre y desmantelamiento del proyecto, el cual podrá ejecutar en un período de 3 años.

A continuación se presenta el programa de trabajo desglosado por etapas.

Tabla II.19. Programa de trabajo del proyecto.

PROGRAMA DE TRABAJO STGN SIERRA MADRE (Frontera - Puerto Libertad)																					
FASE/TRIMESTRE	01 Ene-Mar	01 Abr-Jun	01 Jul-Sep	01 Oct-Dic	02 Ene-Mar	02 Abr-Jun	02 Jul-Sep	02 Oct-Dic	03 Ene-Mar	03 Abr-Jun	03 Jul-Sep	03 Oct-Dic	04 Ene-Mar	04 Abr-Jun	04 Jul-Sep	04 Oct-Dic	05 Ene-Mar	05 Abr-Jun	05 Jul-Sep	05 Oct-Dic	AÑOS 1 AL 30
Inicio de construcción	◆																				
Topografía en campo																					
Rescate de flora y fauna																					
Desmonte y despalme																					
Apertura de derecho de vía																					
Tendido de tubería																					
Curvado de tubería																					
Soldadura automática																					
Revestimiento de juntas																					
Excavación de zanja																					
Puesta de tubería en zanja																					
Empalmes																					
Pretapado y tapado de zanja																					
Pruebas hidrostáticas																					
Caliper y secado																					
Recomposición del derecho de vía																					
Instalación de válvulas de línea principal																					
Construcción de EMRyC																					
Construcción de CS																					
Fin de etapa de construcción																				◆	
Comisionamiento																					
Inicio de operaciones																					◆
PERIODO OPERATIVO (30 AÑOS)																					

II.2.3 Representación gráfica regional

Figura II.9. Representación gráfica regional.



II.2.4 Representación gráfica local

Figura II.10. Representación gráfica local 1.

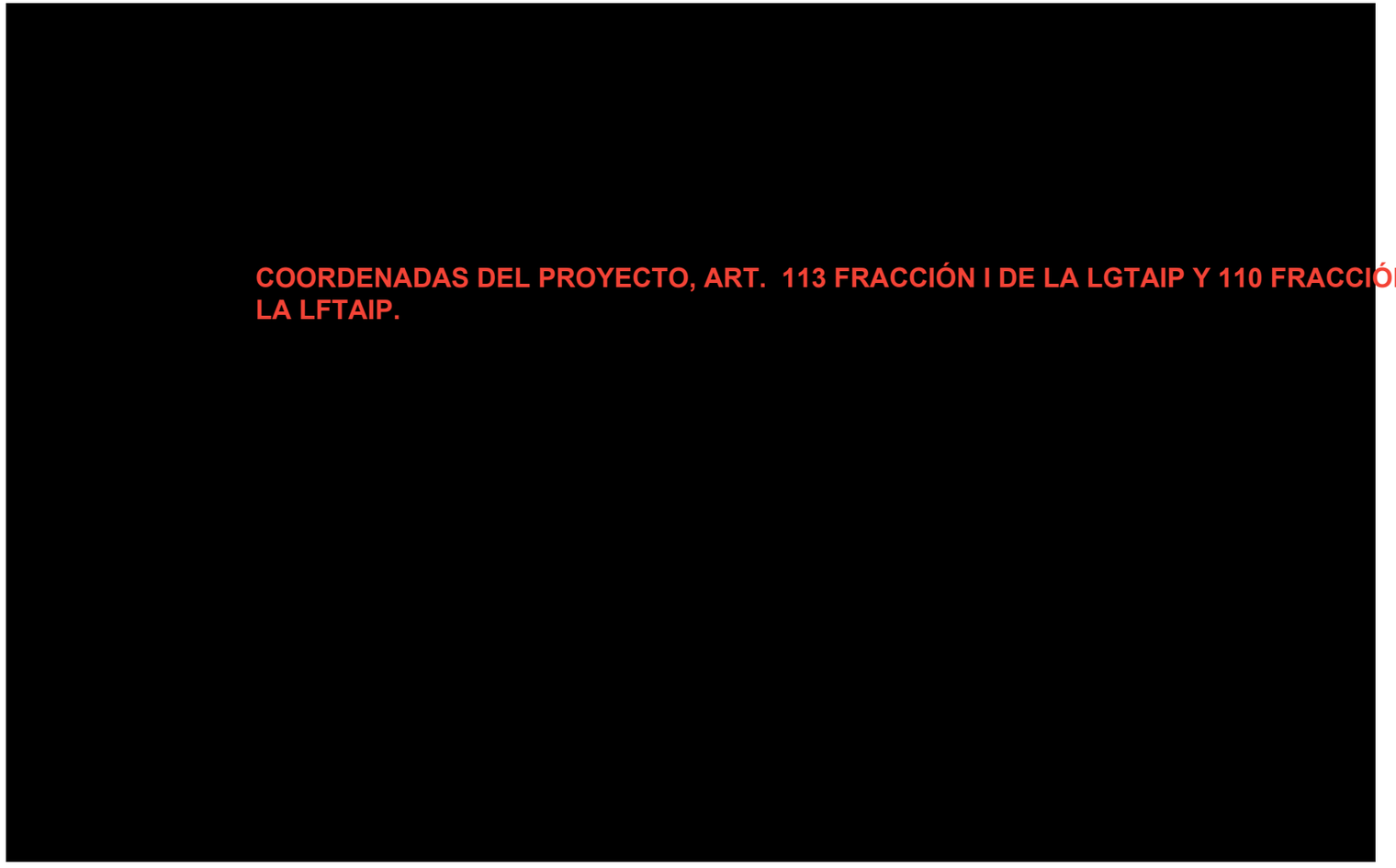


Figura II.11. Representación gráfica local 2.

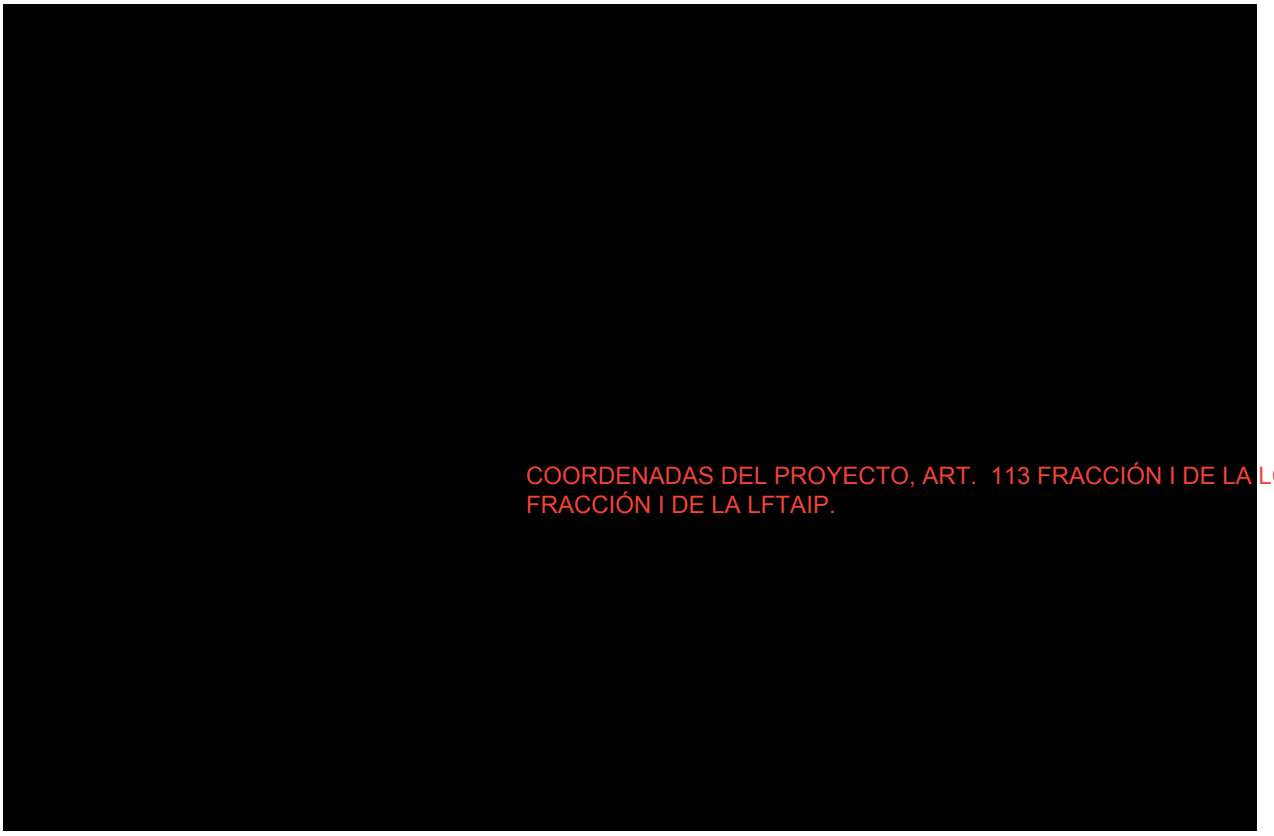


II.3 Preparación del sitio y construcción

II.3.1 Cruce HDD (cruce direccionado)

Al inicio del sistema se tendrá un cruce tipo HDD (horizontal dirigido) con una longitud aproximada de 477 m en la frontera entre Mexico y EUA para la línea proveniente de Waha de 48" siendo este el principal punto de suministro de gas al sistema. Consiste en realizar un cruzamiento perforado asistido de infraestructura u obstáculos naturales que impliquen mayor esfuerzo en su ejecución, ya sea por la longitud de cruzamiento o la naturaleza de este. A continuación, se presenta el cruce en la franja fronteriza del proyecto entre México y EUA.

Figura II.12. Perforación direcccional para el cruce del gasoducto de EUA-México.



A. Rescate de flora y fauna

Previo a las actividades de desmonte, se realizará la identificación, localización, marcaje, rescate y trasplante en sitios protegidos de flora y fauna que sea afectada por el proyecto, aplicando el procedimiento de Protección, Conservación y Monitoreo del Plan de Conservación de Flora y Fauna. El constructor dispondrá de un equipo de trabajo específico para las actividades de rescate de flora y fauna.

B. Desmonte

Durante las actividades de preparación del derecho de vía se realizará un esfuerzo conjunto para implementar las medidas de conservación del suelo.

En el caso de tierras agrícolas y siempre que sea necesario, se realizará la extracción de la capa superficial de tierra (top soil / capa vegetal). Se realizará una remoción de la capa vegetal hasta una profundidad máxima

de 0.15 metros (en campos agrícolas será de hasta de 0.30 metros), este material será colocado en un extremo del derecho de vía, generalmente del lado opuesto de la zanja donde la maquinaria estará trabajando, para poder reutilizarla durante la fase de restauración.

El material de excavación se almacenará en el lado opuesto del derecho de vía para evitar mezclar los dos tipos de tierra o se deberá separar 1m de otros materiales, así mismo deberá permanecer íntegro el sustrato orgánico evitando mezclarlo con la siguiente capa geológica o materiales derivados de la construcción como son la grava, escombro, residuos sólidos o basura.

No se cruzará con maquinaria o vehículos la capa vegetal respetando los accesos o caminos ya trazados. El material vegetal no se colocará en lugares donde obstruyan causes o drenajes naturales y que puedan ser arrastrados por escurrimientos superficiales.

Figura II.13. Remoción de la capa vegetal.



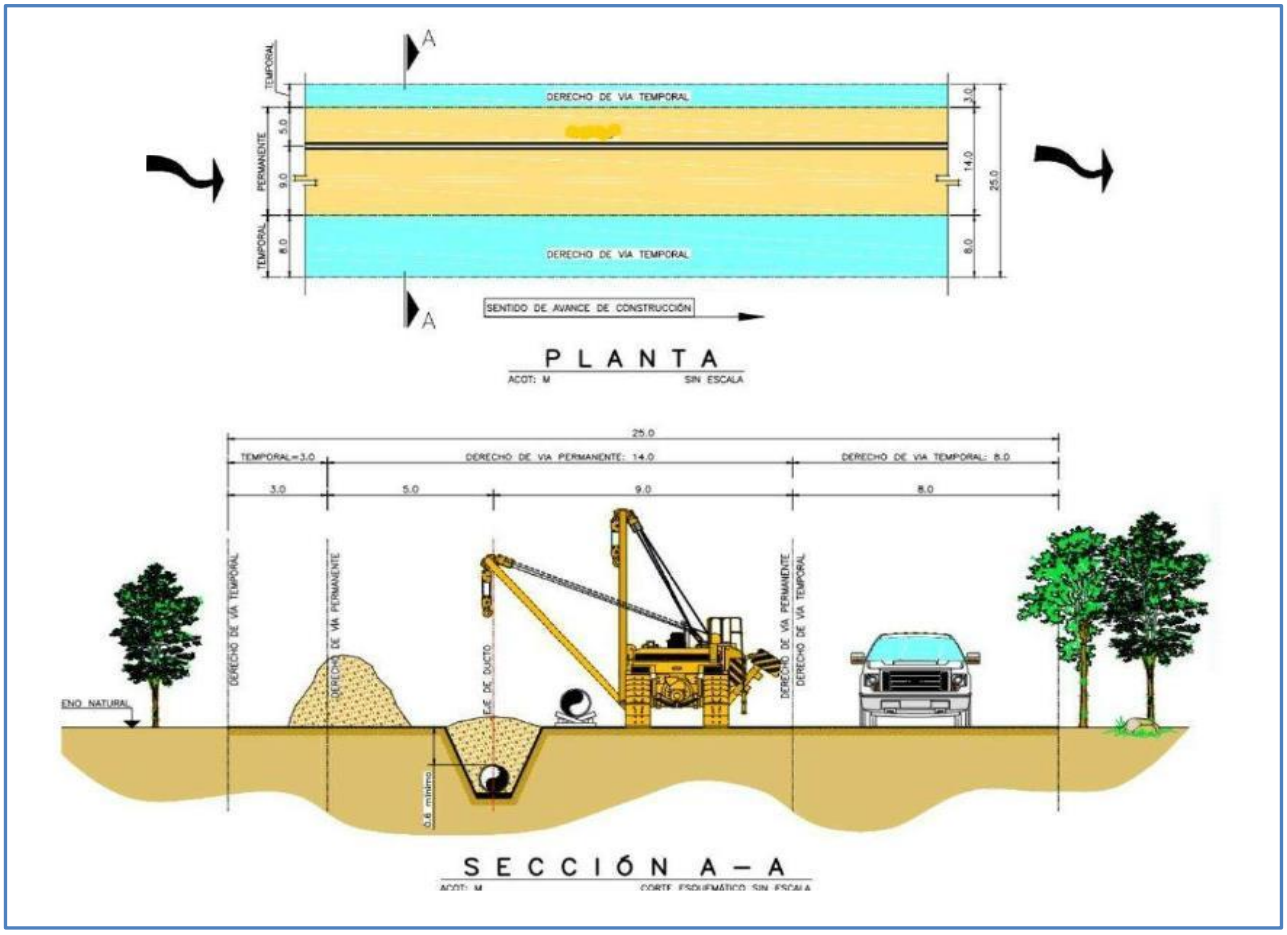
En las zonas forestales o arboladas, el despeje se realizará de acuerdo con los requerimientos del propietario y tomando en consideración los requerimientos ambientales tanto como sea posible. Los árboles se cortarán para permitir el ancho correcto del derecho de vía, la madera que se corte deberá dejarse a un lado del derecho de vía o el área especificada por el propietario de la tierra.

II.3.2 Apertura de derecho de vía

A. Apertura de zanja

Para la apertura de la zanja, la excavación se realizará mediante maquinaria pesada. El eerecho de vía se construirá del ancho especificado por la ingeniería, y deberá estar lo más nivelado y continuo posible para evitar tener que mover o reubicar el equipo de la zona.

Figura II.14. Ancho del derecho de vía temporal y permanente.



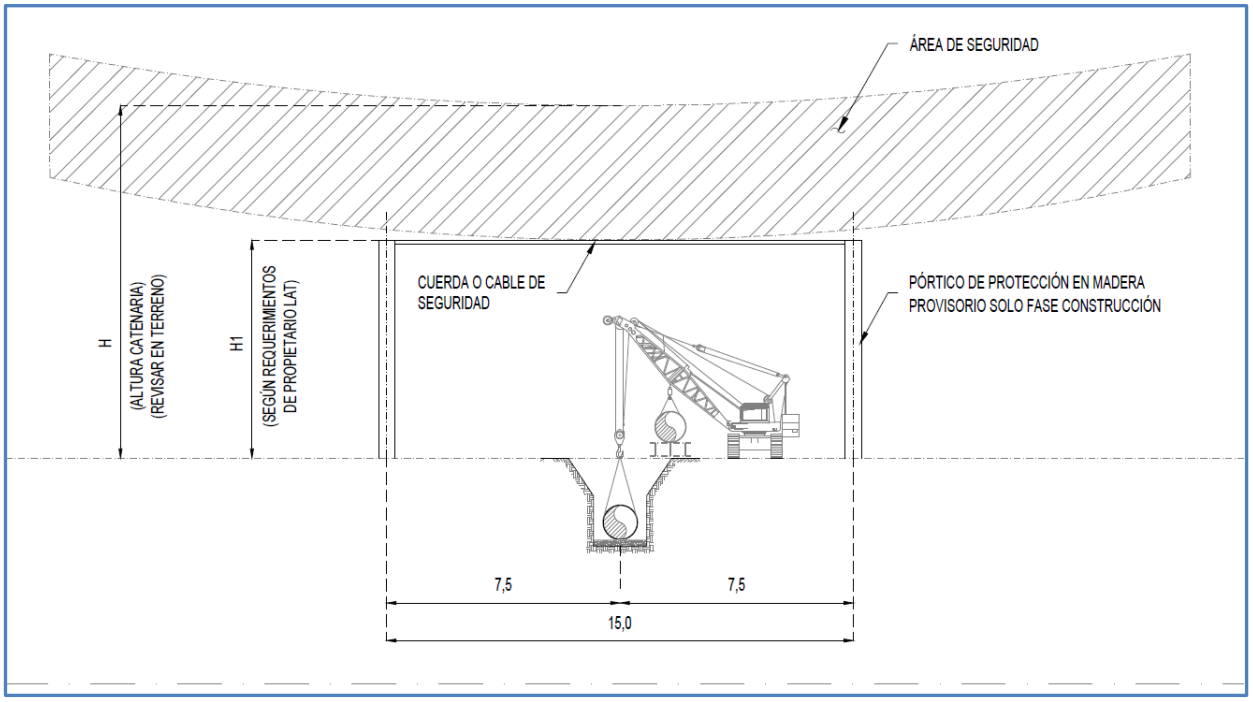
Las actividades de preparación en terreno normal incluirán la limpieza y nivelación con equipo convencional de acuerdo con los planos de construcción para preparar el nivel superficial para la instalación de los tubos.

Si al momento de realizar la excavación se llega al sello de excavación y se detecta material suelto que se encuentre en condiciones de densidad inadecuada, estos deberán ser retirados o en su defecto ser compactados hasta lograr la densidad requerida.

En el caso de los sistemas de irrigación, se realizará la extracción de la capa superficial de tierra con el fin de mantener la funcionalidad de dichos sistemas. En el caso de los canales de riego, para mantener su función durante la construcción, se enterrarán tubos de acero para permitir el flujo del agua. La cobertura de esta tubería deberá tener la profundidad suficiente y estar fabricado con el material apropiado para permitir el paso del equipo de construcción. Al completar las obras, toda la infraestructura instalada regresará a su estado original.

Antes del paso del equipo de construcción para la preparación del derecho de vía, se moverá el tendido aéreo y los postes telefónicos para permitir el acceso del equipo, si se considera necesario, de acuerdo con la posición de los mismos. De todas formas, se posicionarán "goal posts" de manera que se elimine el riesgo de contacto con líneas aéreas. Esto se completará de acuerdo con los requerimientos de las autoridades locales. Antes de abrir el derecho de vía al flujo del equipo de construcción y vehículos, se instalarán "letreros con límites de altura" debajo del tendido aéreo para mejorar la visibilidad, identificar el libramiento y prevenir choques con el tendido aéreo.

Figura II.15. Estructura de Seguridad.



En el caso de zonas con tierra suelta, se utilizarán retroexcavadoras, dozers y excavadoras; mientras que, en caso de suelo rocoso, se utilizarán excavadoras con martillo neumático y explosivos.

B. Despalme

Todas las irregularidades en la superficie del terreno deben nivelarse para facilitar el paso seguro de los equipos de construcción, incluida toda la nivelación necesaria en los cruces de caminos, cruces de cursos de agua y otras ubicaciones de tuberías según sea necesario.

La nivelación se realizará de tal manera que minimice la interferencia con el drenaje natural existente. Toda la nivelación debe estar terminada para mantener el grado original del terreno y las condiciones originales de drenaje o flujo y debe estar de acuerdo con los planos de alineación de tuberías.

El constructor asignará un representante del Instituto Nacional de Antropología e Historia (**INAH**) al personal del derecho de vía con el fin de evaluar la aparición de sitios arqueológicos en el derecho de vía. El constructor cumplirá las solicitudes de los representantes del **INAH** cuando exista algún descubrimiento potencial.

C. Drenaje y Desagüe

Los desagües, zanjas, alcantarillas o arroyos no deberán ser bloqueados, sin hacer provisiones alternativas para el flujo de agua.

El sistema para administrar el agua en el derecho de vía y en cualquier otra sección de tierra que sea parte del alcance de la obra se evaluará de forma individual, tomando en cuenta las características de cada sección de tierra.

En general, el constructor y cada propietario de tierra, proveerán canales temporales o un sistema de recolección de agua para permitir el flujo normal del agua o del sistema de irrigación para los cultivos agrícolas durante las actividades de construcción.

D. Control de polvos

El constructor realizará todas las medidas de control y mitigación del polvo de acuerdo con los requisitos y reglamentos, para mantener una buena relación de trabajo con los propietarios de tierras, los inquilinos, las autoridades reguladoras y el público en general.

El constructor será responsable de todas las medidas de mitigación y control de polvo durante todas las fases del trabajo.

E. Tendido de tubería

Las tuberías deberán manipularse de manera que se minimice el daño al metal base, los biselados y el revestimiento.

Todos los tubos se levantarán, moverán y bajarán de una posición a otra con excavadoras equipadas con un sistema de vacío, plumas laterales y otros equipos de transportación, como tractor de oruga o de llanta. Las grúas estarán equipadas con una barra espaciadora, eslingas y ganchos (se usarán ganchos con protecciones de un material no metálico, como caucho o revestimiento fenólico). Los ganchos deben contornearse para adaptarse a la curvatura del interior de la tubería que se está levantando.

Se realizará un estudio para identificar los lugares para el almacenamiento de los tubos a lo largo de la ruta, con el fin de definir los contratos con los propietarios de la tierra.

Los tubos se tenderán de uno en uno sobre patines de madera o sacos de arena a lo largo del derecho de vía para evitar el contacto con el suelo y de acuerdo con el espesor y recubrimiento definidos en los planos de alineación.

Se tendrá extremo cuidado al momento de colocar los tubos sobre los patines de madera o sacos de arena para evitar que ésta se mueva o se deslice. La tubería no se tenderá adyacente a las operaciones de voladura a menos que la tubería esté adecuadamente protegida o las operaciones de voladura estén completas.

F. Curvado

La tubería se medirá y se curvará para cumplir el grado y la alineación de la línea de acuerdo con las instrucciones de ingeniería para el máximo grado de curvado permitido, siguiendo el perfil del terreno después de la preparación del derecho de vía y tomando en cuenta las longitudes de los tubos tendidos, las especificaciones contractuales y los planos del proyecto.

Para los casos que requieran una curva que supere los límites de operación de curvado en frio, se suministrarán curvas calientes de 30° - 45°- 60°- 90° con un radio de curvatura igual a 5 o 7 diámetros nominales, según lo establecido en la ingeniería.

El topógrafo curvador hará un estudio de la línea del gasoducto y preparará un detalle del perfil, con base en el estudio topográfico realizado se verificará en campo la veracidad de este, para determinar las profundidades de cada tramo del derecho de vía. El curvador analizará este perfil y decidirá la localización de las curvas en frío.

Un operador experto se encargará de dar forma al tubo para cumplir con el perfil esperado de la zanja.

El curvado se realiza utilizando un sistema de abrazadera (o zapatas) que sujetan la superficie exterior del tubo en el punto donde se realizará el doblado, esta abrazadera inmoviliza el tubo para evitar el resbalamiento.

Para prevenir la deformación del tubo, se utilizará un mandril hidráulico interno para mantener la redondez en el área de flexión. De todas formas, al finalizar el doblado, se realizará una corrida de las placas de calibración (97.5% del diámetro interior) para verificar la exactitud del proceso de doblado.

La diferencia entre los diámetros máximo y mínimo medidos en cualquier ubicación a lo largo de una curva no debe exceder el 2.5% del diámetro nominal de la tubería. Todas las curvas se deben hacer con una distancia mínima de 1.8 m entre la curva y el extremo de la unión de la tubería. Todas las curvas deben estar libres de daños estructurales, grietas, arrugas o hebillas y tener un contorno suave. Todas las curvas deben hacerse de manera que las costuras de soldadura longitudinales estén lo más cerca posible del eje neutral.

Para tuberías con un diámetro exterior de 12 in (323.9 mm) y mayores, el eje longitudinal de la tubería no debe desviarse más de 1.5° por diámetro de tubería y la distancia entre las curvas sucesivas debe ser mayor que el diámetro nominal de la tubería.

G. Soldadura de tuberías

Los procedimientos de soldadura (WPS), y calificaciones de soldadores (WQR) que sean presentados para el proyecto estarán alineados con los procedimientos establecidos por TGSM en materia de seguridad incluidos, y deberán ser sometidos a calificación mediante PND (pruebas no destructivas) y PD (pruebas destructivas), acordes con el servicio que ofrecerán.

Estas Calificaciones serán llevadas en estricto apego de los requerimientos señalados en el estándar API 1104 última edición, ASME Secc. IX o AWS según aplique. Así mismo el constructor llevara a cabo la calificación de un procedimiento de reparación de soldadura que debe satisfacer los mismos requerimientos señalados en dichas normativas.

Durante la ejecución de la calificación del WPS y sus respectivos ensayos, deberá estar presente un representante de TGSM. Una vez aprobados los WPS por TGSM, el constructor llevara a cabo el proceso de calificación de soldadores. Los soldadores a calificar son soldadores del constructor con gran experiencia previa. Durante el proceso de calificación, preparación de probetas y ensayos destructivos, deberá estar presente un representante de TGSM.

El equipo de soldadura del constructor cuenta con: máquinas de soldar calibradas y certificadas, generadores, máquinas de biselado. equipo de corte, equipos y herramientas de precalentamiento y post calentamiento, abrazaderas de alineamiento interno y externo, electrodos, gas, máscaras de soldadores, equipo de protección personal, elementos de protección medio ambiente, herramientas, grúas con plumas laterales, excavadoras, camión (4 x 4), taller móvil, autobuses, vehículo todo terreno, etc.

H. Revestimiento de juntas

El constructor preparará y calificará un procedimiento de aplicación de revestimiento de uniones soldadas el cual abarcará desde la preparación de la superficie, control de materiales y reparaciones. La calificación de este procedimiento consistirá en pruebas de revestimiento en uniones simuladas realizadas en campo para el sistema de recubrimiento de soldaduras de la tubería a ser utilizada en el proyecto. La demostración se llevará a cabo en tubos de acero recubiertos en fábrica, se removerá el recubrimiento y se simularán soldaduras circunferenciales para representar las dimensiones y la configuración reales de las soldaduras en campo.

Sólo el personal capacitado y competente estará involucrado en el proceso de calificación y se ejecutará de acuerdo con el procedimiento del proyecto para la calificación de aplicadores de recubrimiento industrial. Dicho personal será entrenado y certificado por el fabricante del o los productos a utilizarse. Los registros de entrenamiento y certificación estarán disponibles en todo momento para la revisión de TGSM.

Deberán tomarse medidas de protección apropiadas durante la aplicación del recubrimiento para evitar contaminación. La inspección de la pintura y recubrimiento de las uniones en campo incluirá pruebas de detección de micro-orificios, realizadas inmediatamente después de la aplicación de la pintura o recubrimiento. Se realizará una inspección visual a medida que se pinta o se reviste la tubería.

Durante las actividades de recubrimiento no se permitirá el tránsito vehicular, por lo que se deberán instalar letreros antes y después cerrando el paso a vehículos, el letrero deberá incluir la leyenda "camino cerrado trabajos de sandblast y recubrimiento", se deberá informar mediante un comunicado a todo el personal para evitar el tránsito por la zona.

Antes del inicio de las actividades de recubrimiento en juntas de soldadura se deberá asegurar que las mismas han sido debidamente inspeccionadas y liberadas por los métodos de inspección aplicables visual y volumétricos, estas liberaciones deberán estar indicadas de forma visible sobre la tubería indicando fecha, métodos de inspección y resultado.

I. Excavación de zanja

Las operaciones de zanjado generalmente se realizarán después del recubrimiento de las juntas para minimizar la cantidad de zanjas abiertas. En las secciones escarpadas y en algunos casos en particular, como zonas rocosas y cruces especiales, la zanja se abrirá eventualmente antes del tendido de los tubos. En las zonas muy escarpadas y en los cruces especiales, los tubos se tenderán, se soldarán, se someterán a inspección con ensayos no destructivos y se recubrirán directamente en la zanja. Para reducir el riesgo asociado con zanjas abiertas en el proyecto, se minimizará la cantidad de zanjas abiertas siempre que sea posible. La zanja abierta se volverá a tapar de manera de no entorpecer y no causar peligros durante el desarrollo de las actividades de desfile, curvado, soldadura, NDT y revestimiento. De esta manera se prevé optimizar la excavación dando prioridad a los tramos con material duro y no tener problemas ni retrasos durante la fase de excavación de zanja de línea antes del bajado de la tubería.

La zanja se excavará para proporcionar la separación lateral y la profundidad mínima de la cubierta acorde con los planos y especificaciones de construcción, la zanja deberá tener un ancho mínimo que garantice la correcta y segura colocación de la tubería. Se tendrá cuidado de garantizar que el material producto de la operación de zanjado no se mezcle con los residuos sueltos ni con materiales extraños. El material excavado se almacenará de acuerdo con los requerimientos del proyecto para prevenir que resbale hacia la zanja o que origine un riesgo de seguridad.

El suelo excavado será almacenado cerca de la zanja, a una distancia mínima de 1.0 m del borde, de forma tal que evite la caída adentro en la misma, o ser barrido por la lluvia a la zanja.

El material de excavación del sub-suelo será almacenado estrictamente separado del suelo superficial, y no serán mezclados bajo ninguna circunstancia.

Si es necesario, las zanjas se mantendrán secas en todo momento por medio de bombas de agua. El fondo de la zanja debe ser visible (sin agua ni materiales) y estar limpio de residuos antes de bajar la tubería. El agua de las excavaciones en la zanja y las cajas para los tie-in será evacuada previo a la instalación de la tubería y del relleno. El Contratista se asegurará que los materiales de cama y del relleno seleccionado no son lavados fuera de la zanja.

El fondo de zanja será completamente emparejado y libre de puntas salientes de roca, piedras, y otros materiales extraños que puedan dañar la tubería, incluyendo todos los tocones y raíces de árboles, antes de realizar cualquier actividad para la cama.

Cuando una barrera de protección contra erosión debe ser instalado en una zanja, la misma será ensanchada según se necesite para anclar el disipador en los costados no perturbados de la zanja. En toda ubicación de disipador en zanja, se deben tomar medidas para el drenaje entre disipadores, con el fin de evitar lavado del fino de los materiales de relleno seleccionado y cama.

J. Puesta de tubería

Una vez que se haya completado el recubrimiento de las juntas y que se haya realizado la verificación de la integridad del recubrimiento, cada sección de tubería soldada ubicada a un lado de la zanja se levantará y se colocará en la zanja con los tractores de carga lateral (Sideboom).

El constructor proporcionará suficiente personal y equipo de elevación aprobados para realizar las operaciones. A medida que se baja el tubo, se debe evitar que se balancee o frote contra los lados de la zanja. Las eslingas, correas y soportes deben tener la capacidad adecuada o tener la capacidad suficiente de cargas esperadas.

La colocación se llevará a cabo de tal manera que se eviten las tensiones y las deformaciones de la sección que se colocará, se utilizarán tubos recubiertos con concreto continuo o contrapesos, de acuerdo con las especificaciones del Proyecto. Se diseñará un sistema de ponderación de gravedad que garantizará una flotabilidad negativa con el tubo vacío e ignorará la resistencia de elevación provista por el relleno.

Se agregarán cables de protección catódica y se recubrirán de acuerdo con los procedimientos aprobados antes de bajar el tubo.

El equipo topográfico estará en sitio para determinar la posición de las soldaduras antes de que se inicie el relleno. Los registros de datos de levantamiento estarán disponibles para completar los planos conforme a obra y la bitácora de tubería.

II.3.3 Pretapado y tapado de zanja

A. Pretapado de la tubería

El pre-tapado de la tubería se realizará lo más pronto posible posterior al bajado de la tubería, esto con la finalidad de evitar daños en el recubrimiento y tuberías, desmoronamiento de la zanja, caída de personal o animales u objetos extraños. Antes del pre-tapado de la tubería, el constructor se asegurará que no existan en el interior de la zanja, accesorios de estabilización, soportes temporales, etc. Que hayan sido utilizados para facilitar el bajado y tendido de la tubería.

El material a ser utilizado para el pre-tapado, será material seleccionado. El material para el pre-tapado debe provenir principalmente de material excavado sin capa vegetal ni materias orgánicas. Se podrá utilizar material de relleno importado al área de trabajo o tamizado mecánicamente del material de excavación.

B. Relleno/tapado de zanja

Se rellenará la zanja tan pronto como sea posible, una vez finalizadas las operaciones de pre-tapado, la instalación del ducto de fibra óptica y las cintas de seguridad. El material de relleno será el material producto de la excavación.

Se tendrá especial cuidado durante el relleno de la zanja, asegurando que no se dañe el revestimiento de las tuberías ni las tuberías. El relleno no se debe colocar directamente sobre la tubería. El área alrededor de la tubería (300 mm en cualquier dirección) en la zanja se rellenará con un material pequeño y fino que cumpla con los requisitos de relleno.

Cuando el proyecto cruce por zonas agrícolas o en los cuales se podría cultivar eventualmente, el constructor deberá considerar los siguientes requisitos:

- Las últimas capas serán bandeadas con neumático a peso muerto del equipo, no se permitirá el coronamiento del material, debiendo quedar todo a nivel de terreno.

- La última capa será de 30 cm compuesta por el top soil removido del área durante la apertura de pista, este material se extenderá a lo ancho del derecho de vía, y será bandeado para lograr una compactación.
- Una vez realizado el bandeado del material, se dará una pasada con el ripper a 20 cm de profundidad en el ancho del derecho de vía y largo total del campo agrícola.
- Restauración de caminos lo más posible a su estado original.

C. Pruebas hidróstaticas

Cada sección de la tubería que se someterá a pruebas hidráulicas será liberada por el departamento de Calidad para verificar el total complimiento de los requerimientos del proyecto. El constructor verificará previamente que todos los informes relacionados con los ensayos no destructivos, el recubrimiento, la colocación, el relleno, etc. sean liberados y aceptados.

La prueba de hidrostática se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto y con los códigos y prácticas de referencia. Las pruebas hidráulicas requerirán que se llene con agua la sección de la tubería, haciendo presión hasta un nivel de prueba designado y manteniendo la presión durante un periodo de tiempo específico, según lo establecido por los requerimientos del proyecto.

D. Caliper y secado

Una vez concluidas las pruebas hidrostáticas se realizará la limpieza, la cual consistirá de la pasada de una serie de PIG's propulsados con aire, para cada sección de prueba, hasta alcanzar el grado de limpieza establecido en las especificaciones del proyecto. Se controlará la velocidad del Pig de limpieza manteniendo una contrapresión desde la cabeza receptora.

De forma inmediatamente posterior a la prueba hidrostática de cada sección, se llevará a cabo la inspección de la geometría de la tubería "Caliper Pig" para detectar abolladuras, arrugas, deformaciones, ovalidad y abolladuras con ovalidad. Además, se ejecutará el registro del metraje preciso de la tubería, identificando las ubicaciones de los cambios en el espesor de la pared de la tubería, válvulas, curvas, longitudes cortas de tubería y accesorios.

Luego de completar las pruebas hidráulicas exitosamente, todos los resultados de las pruebas y la documentación asociada usada para determinar la aceptabilidad de las pruebas serán entregadas a TGSM como apéndice del paquete original dentro del tiempo acordado por las partes al término de la prueba.

La operación de secado con aire de la tubería se lleva a cabo para eliminar el agua que pudiera haber quedado en la tubería después del secado mecánico.

La operación de secado con aire se llevará a cabo entre las trampas de diablo de envío y recepción. Se impulsarán PIG's de espuma de alta densidad, mediante la utilización de compresores libres de aceite y unidades de secado.

E. Recomposición del derecho de vía

El material producto del corte deberá distribuirse sobre el ancho del derecho de vía y en menor cantidad sobre el derecho de vía permanente; este material debe regresarse y restablecerse el contorno lo más cercano posible al original como sea posible.

La capa superficial de tierra previamente separada se colocará sobre las áreas previamente niveladas. Se realizará el retiro de cualquier cerca, puente o alcantarilla temporal. Las vías de acceso se restaurarán a su estado original. Todos los muros, puentes, puertas, caminos, canales, etc. se repararán para dejarlos en su condición original.

Se deberá evitar el tránsito vehicular por el derecho de vía temporal una vez realizada la recomposición, para este motivo se colocará un tope al inicio y al final de cada cruce con brecha, arroyo o camino, este borde abarcará todo el derecho de vía temporal rematando hasta el coronamiento de la línea del tubo.

Adicionado a los trabajos de recomposición, se realizarán diques de captación de humedad, esto para beneficiar el pronto recuperado de la vegetación en el área de afectación temporal. Estos diques deberán mantener un mismo nivel, abarcarán el ancho del derecho de vía temporal, y serán colocados en las diferentes pendientes encontradas

Se instalará toda la señalización necesaria de acuerdo con los planos específicos del proyecto (hojas de alineación y detalles típicos). Los postes de señalización serán colocados en toda la trayectoria del gasoducto, y de tal forma que desde un vértice se vea el anterior y posterior en el caso de pendientes y curvas. Los postes de señalización serán instalados en ambos lados del derecho de vía permanente. La distancia máxima entre los postes será de 200 m.

F. Cruzamientos especiales

Los cruces de caminos, ferrocarriles, cauces y otras infraestructuras se realizarán con equipos especializados, los cuales operarán de forma paralela a la construcción del ducto, se gestionará que la realización de los cruces tenga una programación lógica con las actividades principales del ducto.

Todos los trabajos de cruces se llevarán a cabo de acuerdo con los requerimientos de las autoridades y/o de las entidades que tengan jurisdicción, y únicamente después de la aprobación de TGSM, después de obtener el permiso correspondiente y de cumplir las condiciones asociadas establecidas por las autoridades con jurisdicción. Las metodologías que se implementarán para los cruces son las siguientes:

- Cruces a cielo abierto.
- Cruces de cauces de agua.
- Cruces con el método de perforado.

Cruces a Cielo Abierto. El método a cielo abierto se realizará con excavadoras, únicamente después de haber acordado de forma preliminar con las autoridades competentes el tipo de continuidad requerida después de la ejecución de las tareas.

Este método a cielo abierto se aplicará en canales, cauces y caminos pequeños. Para los caminos pequeños y los caminos agrícolas con tráfico ligero, las fechas para realizar la construcción se acordarán con las partes interesadas y las autoridades para reducir las interrupciones de los caminos al mínimo.

Cuando se realicen estos tipos de cruces, el sitio deberá monitorearse cuidadosamente. Cuando se abra una zanja en caminos públicos o privados, se deberá instalar o construir desviaciones o puentes temporales con la resistencia y la anchura adecuadas para garantizar la seguridad del tráfico. Estas desviaciones y estructuras temporales se supervisarán de forma continua para verificar la seguridad del tráfico.

Cruces de Cauces de Agua. Las copias de todos los permisos aplicables se guardarán en sitio del cruce durante el desarrollo del trabajo.

Se suministrará y se instalará tubería con revestimiento continuo de concreto, de acuerdo con los planos específicos del cruce.

Se llevará a cabo la instalación de todas las medidas de control de sedimentación y erosiones temporales requeridas tan pronto como sea posible, y posterior a los trabajos se instalarán las medidas de control de erosión y sedimento permanentes aplicables tan pronto como sea posible.

Cruce perforado. El método de perforación por barrena se aplica cuando no puede utilizarse el método a cielo abierto y se requiere un cruce sin zanja. La ejecución de un cruce perforado requiere la construcción de dos pozos a cada lado del cruce, uno es el pozo de ataque y el otro es el pozo de recepción. El área para el pozo de ataque se marcará de acuerdo con las dimensiones del equipo, y la capa superficial de tierra se alineará y se almacenará para volver a colocarla posteriormente.

La tierra se cavará con una excavadora y se almacenará por separado para realizar el relleno al completar el Proyecto. Después se instalará el sistema de soporte para el movimiento de tierras (láminas y marcos), siempre que se requiera, utilizando la excavadora para levantar y colocar tanto las láminas como los marcos.

La máquina barrenadora se colocará dentro del pozo de ataque. La perforadora por barrena se bloquea de forma hidráulica sobre los rieles de accionamiento, que se colocan para alinear y nivelar el fondo del pozo. El taladro acciona los brazos de la barrena a través de un eje de descarga de energía controlado por medio de un sistema de engranes para controlar la velocidad de la barrena.

La máquina de perforación por barrena taladrará de forma continua una serie de tubos piloto a través del pozo de ataque. La instalación de los tubos de perforación piloto se realizará por medio de un esfuerzo combinado de empuje desde la parte trasera del pozo de ataque y de excavación con una cóclea que gira dentro de la tubería principal, con lo cual todo el escombro se regresa hacia el pozo de ataque.

Cuando el tubo piloto se encuentra dentro del pozo de recepción, se remueven las hélices de la barrena, se instalan los tubos portadores en línea y, con un gato hidráulico, se colocan a través de la perforación, una vez que se instala un tubo completo, se baja otro al pozo de ataque; se suelda al tubo anterior y después se realizan los ensayos no destructivos de las uniones soldadas, las cuales se liberan, se recubren y se colocan en el cruce con la misma técnica. El tubo piloto se quitará del pozo de recepción de forma progresiva y se preparará para transportarlo hacia el siguiente cruce.

Una vez que se realizaron los cruces, los equipos de empalmes comenzarán su trabajo. Dichos equipos estarán formados por soldadores manuales que trabajarán dentro de las zanjas para realizar la soldadura final para conectar el ducto. Cada equipo tendrá excavadoras, grúas con pluma lateral y soldadoras. La tubería se alineará y se espaciará con una abrazadera externa, y la soldadura se realizará con el proceso manual de soldadura.

Tabla II.20. Cruzamientos del gasoductos.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
CR-001	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	GUADALUPE	0+329.09	0+341.04	11.95	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.	
CR-002	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	GUADALUPE	7+559.61	7+591.16	31.55		
CR-003	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	GUADALUPE	11+458.99	11+499.11	40.12		
CR-004	CONAGUA	ARROYO LOS FRAILES	CHIHUAHUA	GUADALUPE	14+228.00	14+263.14	35.14		
CR-005	CONAGUA	ARROYO SAN JOSÉ	CHIHUAHUA	GUADALUPE	17+858.77	17+951.72	92.95		
CR-006	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	GUADALUPE	18+173.71	18+208.42	34.71		
CR-007	CONAGUA	ARROYO LA PARRA	CHIHUAHUA	GUADALUPE	18+612.76	18+639.90	27.14		
CR-008	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	GUADALUPE	20+727.12	20+766.15	39.03		
CR-009	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	GUADALUPE	21+208.09	21+224.20	16.11		
CR-010	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	AHUMADA	37+478.13	37+504.08	25.95		
CR-011	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	54+472.30	54+491.80	19.5		
CR-012	CONAGUA	ARROYO EL APACHE	CHIHUAHUA	AHUMADA	64+119.16	64+148.06	28.9		
CR-013	MUNICIPIO DE AHUMADA	CAMINO TERRACERIA / DDV	CHIHUAHUA	AHUMADA	69+439.36	69+469.34	29.98		
CR-014	CONAGUA	ARROYO EL MIMBRE	CHIHUAHUA	AHUMADA	69+469.34	69+505.23	35.89		
CR-015	CONAGUA	ARROYO AGUA ZARCA	CHIHUAHUA	AHUMADA	77+977.48	77+990.82	13.34		
CR-016	MUNICIPIO DE AHUMADA	CAMINO TERRACERIA	CHIHUAHUA	AHUMADA	81+381.80	81+413.65	31.85		
CR-017	CONAGUA	ARROYO EL TASCATOSO	CHIHUAHUA	AHUMADA	92+018.32	92+102.94	84.62		
CR-018	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	93+027.85	93+084.68	56.83		
CR-019	CONAGUA	ARROYO LA CRUZ	CHIHUAHUA	AHUMADA	94+576.15	94+605.90	29.75		
CR-020	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	97+374.07	97+408.76	34.69		
CR-021	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	98+206.28	98+235.33	29.05		

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
CR-022	CONAGUA	ARROYO EL COLORADO	CHIHUAHUA	AHUMADA	101+317.28	101+391.32	74.04	[redacted]	
CR-023	CONAGUA	ARROYO LOS CHARCOS	CHIHUAHUA	AHUMADA	104+384.61	104+429.85	45.24		
CR-024	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	108+649.91	108+678.88	28.97		
CR-025	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	AHUMADA	113+500.24	113+553.26	53.02		
CR-026	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	114+543.40	114+618.34	74.94		
CR-027	CENAGAS - FERMACA	GASODUCTO TARAHUMARA FERMACA 20"	CHIHUAHUA	AHUMADA	119+093.35	119+154.33	60.98		
CR-028	SCT	VIA DE FFCC FERROMEX LINEA A	CHIHUAHUA	AHUMADA	119+412.17	119+447.18	35.01		
CR-029	SCOPCH	CARRETERA ESTATAL 45 (PEAJE) EL SUECO - MIGUEL AHUMADA	CHIHUAHUA	AHUMADA	119+447.18	119+507.18	60		
CR-030	TELMEX	LÍNEA TELEFONICA	CHIHUAHUA	AHUMADA	119+507.18	119+527.18	20		
CR-031	CFE	LINEA ELÉCTRICA MOCTEZUMA - VILLA AHUMADA 115KV	CHIHUAHUA	AHUMADA	119+507.18	119+553.07	45.89		
CR-032	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN SAMALAYUCA SUR-MOCTEZUMA 230 KV	CHIHUAHUA	AHUMADA	120+710.45	120+758.97	48.52		
CR-033	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN SAMALAYUCA SUR - MOCTEZUMA 230 KV	CHIHUAHUA	AHUMADA	120+710.45	120+758.95	48.5		
CR-034	PEMEX	POLIDUCTO PEMEX TAD-CHIH-TAD CD JUAREZ 12"	CHIHUAHUA	AHUMADA	120+710.45	120+770.95	60.5		
CR-035	CFE	CFE L.T. SAMALAYUCA SUR - MOCTEZUMA 230 KV	CHIHUAHUA	AHUMADA	123+337.61	123+383.50	45.89		
CR-036	CFE	CFE L.T. SAMALAYUCA SUR - MOCTEZUMA 230	CHIHUAHUA	AHUMADA	123+337.61	123+383.50	45.89		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
		KV							
CR-037	CONAGUA	ARROYO EL CARMEN	CHIHUAHUA	AHUMADA	124+701.19	124+723.21	22.02		
CR-038	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	AHUMADA	127+745.65	127+771.42	25.77		
CR-039	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	AHUMADA	128+523.08	128+544.08	21		
CR-040	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	AHUMADA	129+185.90	129+243.18	57.28		
CR-041	SCOPCH	CARRETERA ESTATAL CHIH 19/7 VILLA AHUMADA-FLORES MAGÓN	CHIHUAHUA	AHUMADA	139+765.33	139+826.33	61		
CR-042	CFE	CFE DISTRIBUCION	CHIHUAHUA	AHUMADA	139+826.33	139+887.22	60.89		
CR-008-FUT	MUNICIPIO AHUMADA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	AHUMADA	145+965.31	146+086.16	120.85		
CR-043	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	143+180.49	143+205.38	24.89		
CR-044	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	CHIHUAHUA	AHUMADA	150+531.04	150+559.73	28.69		
CR-045	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	156+086.39	156+103.95	17.56		
CR-046	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	161+585.69	161+596.84	11.15		
CR-047	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	162+327.38	162+347.76	20.38		
CR-048	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	162+608.80	162+644.15	35.35		
CR-049	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	AHUMADA	163+083.58	163+103.76	20.18		
CR-050	CONAGUA	ARROYO LAS MINAS	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	168+982.40	169+001.88	19.48		
CR-051	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	177+079.13	177+105.02	25.89		
CR-052	MUNICIPIO DE BUENAVENTURA	CAMINO ASFALTADOEL LLANO - EL PROGRESO	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	193+035.01	193+055.29	20.28		
CR-053	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	193+055.29	193+069.14	13.85		
CR-054	CONAGUA	CANAL DE RIEGO	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	197+166.46	197+210.83	44.37		
CR-055	CONAGUA	CANAL DE RIEGO	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	197+742.47	197+788.36	45.89		
CR-056	SCOPCH	CARRETERA ESTATAL	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	202+542.49	202+566.03	23.54		

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
		CHIH 141COL. EL VALLE - CERRO BLANCO							
CR-057	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	204+673.24	204+702.13	28.89		
CR-058	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	206+331.54	206+356.99	25.45		
CR-059	CONAGUA	ARROYO MARAVILLAS	CHIHUAHUA	BUENAVENTURA	208+235.22	208+309.94	74.72		
CR-060	CONAGUA	ARROYO LOS ACEBUCHES	CHIHUAHUA	GALEANA	213+288.10	213+298.58	10.48		
CR-061	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	GALEANA	220+333.02	220+373.43	40.41		
CR-062	CONAGUA	RÍO SANTA MARÍA	CHIHUAHUA	GALEANA	228+863.66	228+922.38	58.72		
CR-063	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN MOCTEZUMA-NUEVO CASAS GRANDES 400KV	CHIHUAHUA	GALEANA	242+628.02	242+673.91	45.89		
CR-064	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	242+830.39	242+853.70	23.31		
CR-065	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN MOCTEZUMA-NUEVO CASAS GRANDES II 230 KV	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	243+731.12	243+776.32	45.2		
CR-066	CFE	LINEA ELÉCTRICACASAS GRANDES- BENITO JUAREZ 115 KV	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	244+417.33	244+459.69	42.36		
CR-067	CFE	LINEA ELÉCTRICACASAS GRANDES- BENITO JUAREZ 115 KV	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	244+417.33	244+462.45	45.12		
CR-068	SCT	CARRETERA FEDERAL PEAJE 10CASAS GRANDES - BUENAVENTURA	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	244+693.34	244+736.97	43.63		
CR-069	CONAGUA	ARROYO PUERTO COLORADO	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	244+942.57	244+970.19	27.62		
CR-070	CONAGUA	ARROYO LAS CARBONERAS	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	247+016.17	247+035.68	19.51		

[redacted]
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
CR-071	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	249+390.74	249+405.32	14.58	[redacted]	
CR-072	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	249+712.70	249+722.59	9.89		
CR-073	CONAGUA	ARROYOLOS ENCINOS	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	251+815.87	251+867.87	52		
CR-074	CONAGUA	ARROYO LOS MONOS	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	253+858.91	253+911.01	52.1		
CR-075	CONAGUA	ARROYO SECO	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	257+073.83	257+123.62	49.79		
CR-076	CONAGUA	ARROYO LA CIENTGUITA	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	261+096.41	261+131.70	35.29		
CR-077	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	NUEVO CASAS GRANDES	263+088.10	263+126.31	38.21		
CR-078	CONAGUA	ARROYO LA CAL	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	266+040.50	266+078.74	38.24		
CR-079	CONAGUA	ARROYO CAÑON HONDO	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	270+225.69	270+238.14	12.45		
CR-080	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	271+059.05	271+071.85	12.8		
CR-081	CONAGUA	ARROYO PALANGANAS	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	272+373.93	272+507.61	133.68		
CR-082	SCOPCH	CARRETERA ESTATAL 4CASAS GRANDES - JUAN MATA ORTIZ	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	272+893.90	272+947.72	53.82		
CR-082-A	SCT	VIA DE FFCC (Línea en Desuso)	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	274+524.10	274+554.10	30		
EC-02	FERMACA	CE2ESTACIÓN DE COMPRESIÓN 2	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	278+530.67	278+680.67	150		
CR-083-A	MUNICIPIO DE CASAS GRANDES	CARRETERA PAVIMENTADA JUAN MATA - ORTIZ MEZA DEL HURACAN	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	290+145.89	290+206.78	60.89		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
CR-083	CONAGUA	ARROYO EL HOYO	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	291+074.95	291+093.40	18.45		
CR-084	MUNICIPIO DE CASAS GRANDES	CARRETERA PAVIMENTADAJUAN MATA - ORTIZ MEZA DEL HURACAN	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	294+607.53	294+642.68	35.15		
CR-085	CONAGUA	ARROYO PIEDRAS VERDES	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	302+741.70	302+787.59	45.89		
CR-086	MUNICIPIO DE CASAS GRANDES	CARRETERA MUNICIPAL(EJIDO IGNACIO ZARAGOZA)	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	304+212.78	304+245.80	33.02		
CR-087	CONAGUA	ARROYOLA CIÉNEGA	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	304+915.99	304+930.53	14.54		
CR-088	CONAGUA	ARROYOEL REPRESITO	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	314+912.25	314+928.14	15.89		
CR-089	CONAGUA	ARROYOLA CIENEGA DEL NORTE	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	317+124.01	317+152.46	28.45		
CR-090	CONAGUA	ARROYO CAMPO NUEVO	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	321+172.17	321+201.62	29.45		
CR-091	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	322+299.78	322+315.67	15.89		
CR-092	CONAGUA	ARROYO EL CORRAL (LOS AZULES)	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	323+226.54	323+241.39	14.85		
CR-093	CONAGUA	ARROYO EL CAPULIN	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	325+324.85	325+343.10	18.25		
CR-094	CONAGUA	ARROYO EL ORO	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	328+248.03	328+267.48	19.45		
CR-095	CONAGUA	ARROYO LA YERBA	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	329+943.04	329+964.49	21.45		
CR-096	CONAGUA	ARROYOEL BONITO	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	331+714.28	331+735.84	21.56		
CR-097	CONAGUA	ARROYO LA CIENEGA	CHIHUAHUA	CASAS GRANDES	333+345.89	333+370.78	24.89		

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
CR-098	CONAGUA	ARROYOLA PLATEADA	SONORA	BACERAC	334+458.98	334+481.34	22.36	[redacted]	
CR-099	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	SONORA	BACERAC	342+020.65	342+037.54	16.89		
CR-100	CONAGUA	RIO BAVISPE	SONORA	HUACHINERA	353+949.60	354+441.88	492.28		
CR-101	SCOPCH	CARR.ESTATAL 69EL COYOTE - HUACHINERA - BACERAC	SONORA	HUACHINERA	376+091.43	376+131.88	40.45		
CR-102	CONAGUA	ARROYO LA CALERA	SONORA	HUACHINERA	378+001.24	378+030.60	29.36		
CR-103	CONAGUA	ARROYO HUACHINERA	SONORA	HUACHINERA	378+511.03	378+530.88	19.85		
CR-104	CONAGUA	ARROYO EL NORI	SONORA	HUACHINERA	380+281.98	380+296.76	14.78		
CR-105	CONAGUA	ARROYO EL NORI	SONORA	HUACHINERA	385+000.00	385+013.43	13.43		
CR-106	CONAGUA	ARROYO EL VASO	SONORA	HUACHINERA	393+192.30	393+212.10	19.8		
CR-107	CONAGUA	ARROYO EL ALAMO	SONORA	VILLA HIDALGO	398+612.94	398+631.89	18.95		
CR-108	CONAGUA	ARROYO EL CHINOSO	SONORA	VILLA HIDALGO	402+809.45	402+834.28	24.83		
CR-109	CONAGUA	ARROYO EL CHINOSO	SONORA	VILLA HIDALGO	405+172.80	405+209.67	36.87		
CR-110	CONAGUA	ARROYO EL CHINOSO	SONORA	VILLA HIDALGO	405+973.85	406+002.83	28.98		
CR-111	CONAGUA	ARROYO EL BASTO LA JUNTA	SONORA	VILLA HIDALGO	411+028.50	411+059.90	31.4		
CR-112	CONAGUA	ARROYO PERABABI	SONORA	VILLA HIDALGO	414+209.11	414+251.61	42.5		
CR-113	CONAGUA	ARROYO LOS BURROS	SONORA	VILLA HIDALGO	417+627.49	417+659.07	31.58		
CR-114	CONAGUA	RIO BAVISPE	SONORA	VILLA HIDALGO	420+617.44	420+960.46	343.02		
CR-115	CONAGUA	ARROYO LA ANGOSTURA	SONORA	VILLA HIDALGO	421+586.72	421+627.17	40.45		
CR-116	MUNICIPIO DE VILLA HIDALGO	CAMINO TERRACERIAVILLA HIDALGO - NACOZARI	SONORA	VILLA HIDALGO	421+921.32	421+950.68	29.36		
CR-117	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	SONORA	VILLA HIDALGO	429+971.75	429+991.60	19.85		
CR-118	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	SONORA	VILLA HIDALGO	433+956.24	433+971.02	14.78		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
CR-119	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	SONORA	CUMPAS	450+770.45	450+783.88	13.43	[redacted]	
CR-120	CONAGUA	ARROYO LA SAUCEDA	SONORA	CUMPAS	457+459.02	457+478.82	19.8		
CR-121	CONAGUA	ESCURRIMIENTO	SONORA	CUMPAS	459+791.53	459+816.36	24.83		
CR-122	CONAGUA	ARROYO LA SAUCEDA	SONORA	CUMPAS	463+619.61	463+656.48	36.87		
CR-123	CONAGUA	ARROYO EL RAYITO	SONORA	CUMPAS	465+793.43	465+822.41	28.98		
CR-NR-124	CONAGUA	RIO SAN CRISTOBAL	SONORA	CUMPAS	468+347.55	468+468.42	120.87		
CR-NR-125	CONAGUA	ARROYO EL REPOSO	SONORA	CUMPAS	471+210.65	471+256.60	45.95		
CR-NR-126	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN NACOZARI - HERMOSILLO	SONORA	CUMPAS	472+520.82	472+566.77	45.95		
CR-NR-127	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN NACOZARI - HERMOSILLO	SONORA	CUMPAS	472+626.96	472+672.91	45.95		
CR-NR-128	CONAGUA	ARROYO EL MERCANTIL	SONORA	CUMPAS	473+858.85	473+895.72	36.87		
CR-NR-129	CFE	CFE DISTRIBUCION	SONORA	CUMPAS	473+858.85	473+858.85	0		
CR-NR-130	TELECOM	TELEGRAFOS	SONORA	CUMPAS	473+858.85	473+858.85	0		
CR-NR-131	SCT	CARRETERA FEDERAL LIBRE 17 MOCTEZUMA - AGUA PRIETA	SONORA	CUMPAS	473+172.59	473+201.02	28.43		
CR-NR-132	CONAGUA	RIO NACOZARI	SONORA	CUMPAS	473+721.82	473+746.65	24.83		
CR-NR-133	MUNICIPIO DE CUMPAS	CAMINO TERRACERIA	SONORA	CUMPAS	474+102.42	474+139.29	36.87		
CR-NR-134	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN	SONORA	CUMPAS	474+102.42	474+131.40	28.98		
CR-NR-135	CONAGUA	RIO SANTA ROSA	SONORA	CUMPAS	474+898.98	475+093.63	194.65		
CR-NR-136	CONAGUA	ARROYO LA CIENEGUITA	SONORA	CUMPAS	484+302.09	484+326.92	24.83		
CR-NR-137	CONAGUA	ARROYO RINCONCITO	SONORA	ARIZPE	490+842.52	490+879.39	36.87		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
		DE OSUNA							
CR-NR-138	CONAGUA	ARROYO LA PALMA	SONORA	ARIZPE	492+692.32	492+721.30	28.98		
CR-NR-139	CONAGUA	ARROYO LAS CRUCES	SONORA	ARIZPE	493+665.90	493+690.73	24.83		
CR-NR-140	CONAGUA	ARROYO LAS CRUCES	SONORA	ARIZPE	503+360.12	503+396.99	36.87		
CR-NR-141	CONAGUA	ARROYO EL CHAMIZAL	SONORA	ARIZPE	505+240.80	505+269.78	28.98		
CR-NR-142	CONAGUA	ARROYOEL GACHI	SONORA	ARIZPE	509+445.76	509+470.59	24.83		
CR-NR-143	CONAGUA	ARROYO LAS MINITAS	SONORA	ARIZPE	511+225.70	511+262.57	36.87		
CR-NR-144	CONAGUA	ARROYO CHUPADERO	SONORA	ARIZPE	513+615.52	513+644.50	28.98		
CR-NR-145	CONAGUA	ARROYO GUARISIVACHI	SONORA	ARIZPE	518+366.64	518+366.64	0		
CR-NR-146	CONAGUA	RIO SONORA	SONORA	ARIZPE	518+978.81	519+217.72	238.91		
CR-NR-147	TELECOM	TELEGRAFOS	SONORA	ARIZPE	519+217.72	519+246.70	28.98		
CR-NR-148	CONAGUA	ARROYO AGUA CALIENTE	SONORA	ARIZPE	519+997.21	520+034.19	36.98		
CR-NR-149	CFE	LINEA DE TRANSMISIÓN "H"	SONORA	ARIZPE	521+947.87	521+993.85	45.98		
CR-NR-150	JCES	CARR ESTATAL 89 MAZOCAHUI - ARIZPE - CANANEA	SONORA	ARIZPE	522+269.20	522+350.16	80.96		
CR-NR-151	CONAGUA	ARROYO EL TORO MUERTO	SONORA	ARIZPE	525+035.57	525+072.46	36.89		
CR-NR-152	CONAGUA	ARROYO EL VALLE	SONORA	ARIZPE	538+542.34	538+585.14	42.8		
CR-NR-153	CONAGUA	ARROYO EL TENAMASTE	SONORA	ARIZPE	541+356.25	541+380.14	23.89		
CR-NR-154	CONAGUA	ARROYO LA PALMITA	SONORA	ARIZPE	542+075.51	542+104.49	28.98		
CR-NR-155	CONAGUA	ARROYO EL KLODAIKE	SONORA	CUCURPE	548+946.38	548+983.36	36.98		
CR-NR-156	CONAGUA	ARROYO EL ZACATE	SONORA	CUCURPE	553+130.21	553+176.19	45.98		
CR-NR-157	CONAGUA	ARROYO LA JARRITA	SONORA	CUCURPE	555+753.27	555+803.12	49.85		
CR-NR-158	CONAGUA	ARROYO EL VALLE	SONORA	CUCURPE	558+353.02	558+392.19	39.17		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
CR-NR-159	CONAGUA	ARROYO EL ALAMO	SONORA	CUCURPE	559+353.02	559+382.00	28.98		
CR-NR-160	CONAGUA	ARROYO EL PARAJE	SONORA	CUCURPE	563+056.44	563+093.42	36.98		
CR-NR-161	CONAGUA	ARROYO EL BAJIO	SONORA	CUCURPE	567+079.41	567+125.39	45.98		
CR-NR-162	CONAGUA	ARROYO LA PALMA	SONORA	CUCURPE	568+958.08	569+007.93	49.85		
CR-NR-163	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	SONORA	CUCURPE	572+373.02	572+412.19	39.17		
CR-NR-164	CONAGUA	RIO SARACACHI	SONORA	CUCURPE	572+625.67	572+686.30	60.63		
CR-NR-165	MUNICIPIO DE CUCURPE	CAMINO TERRACERIA	SONORA	CUCURPE	574+290.87	574+311.23	20.36		
CR-NR-166	CFE	LINEA DE TRANSMISION	SONORA	CUCURPE	574+290.87	574+336.76	45.89		
CR-NR-167	CONAGUA	RIO SAN MIGUEL DE HORCASITAS	SONORA	CUCURPE	574+478.95	574+508.50	29.55		
CR-NR-168	JCES	CARRETERA ESTATAL 54 MAGDALENA-CUCURPE-SINOQUIPE	SONORA	CUCURPE	576+972.29	576+999.46	27.17		
CR-NR-169	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	SONORA	SANTA ANA	592+253.12	592+299.10	45.98		
CR-NR-170	CONAGUA	ARROYO EL AGUAJE	SONORA	SANTA ANA	601+773.61	601+823.46	49.85		
CR-NR-171	CONAGUA	ARROYO LA PLANCHA	SONORA	SANTA ANA	603+185.34	603+224.51	39.17		
CR-NR-172	CONAGUA	ARROYO LA PLANCHA	SONORA	SANTA ANA	604+323.42	604+352.40	28.98		
CR-NR-173	CONAGUA	ARROYO EL INJERTO	SONORA	SANTA ANA	610+255.04	610+292.02	36.98		
CR-NR-174	CONAGUA	ARROYO EL INJERTO	SONORA	SANTA ANA	611+042.62	611+088.60	45.98		
CR-NR-175	CONAGUA	ARROYO LAS CALERAS	SONORA	SANTA ANA	615+716.54	615+766.39	49.85		
CR-NR-176	CENAGAS	GASODUCTO NACO HERMOSILLO	SONORA	SANTA ANA	616+393.54	616+422.52	28.98		
CR-NR-177	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN HERMOSILLO SANTA ANA 230KV	SONORA	SANTA ANA	616+537.19	616+586.15	48.96		
CR-NR-178	SCT	CARRETERA FEDERAL PEAJE 15 HERMOSILLO-	SONORA	SANTA ANA	616+696.01	616+785.95	89.94		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
		NOGALES							
CR-NR-179	TELMEX	LÍNEA TELEFONICA	SONORA	SANTA ANA	616+785.95	616+831.90	45.95		
CR-NR-180	CFE	CFE DISTRIBUCION	SONORA	SANTA ANA	616+785.95	616+822.93	36.98		
CR-NR-181	TELECOM	TELEGRAFOS	SONORA	SANTA ANA	616+860.88	616+886.77	25.89		
CR-NR-182	SCT	FERROMEX LINEA T	SONORA	SANTA ANA	616+860.88	616+881.22	20.34		
CR-NR-183	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN SANTA ANA - PUERTO LIBERTAD 230 KV	SONORA	SANTA ANA	621+838.15	621+883.93	45.78		
CR-NR-184	JCES	CARRETERA ESTATAL 52SANTA ANA - EL CLARO	SONORA	SANTA ANA	622+202.04	622+233.44	31.4		
CR-NR-185	CFE	CFE DISTRIBUCION	SONORA	SANTA ANA	622+638.43	622+748.43	110		
CR-NR-186	CONAGUA	RIO MAGDALENA	SONORA	SANTA ANA	623+056.65	623+738.07	681.42		
CR-NR-187	CONAGUA	CANAL DE RIEGO	SONORA	SANTA ANA	623+850.74	623+911.63	60.89		
CR-NR-188	CONAGUA	ARROYO EL CARRICITO	SONORA	SANTA ANA	627+160.94	627+197.39	36.45		
CR-NR-189	CONAGUA	RIO EL COYOTILLO	SONORA	SANTA ANA	629+050.60	629+500.60	450		
CR-NR-190	CONAGUA	ARROYO EL JANO	SONORA	SANTA ANA	632+551.27	632+590.92	39.65		
CR-NR-191	CONAGUA	ARROYOLOS GORRIONES	SONORA	SANTA ANA	634+187.47	634+236.45	48.98		
CR-NR-192	CONAGUA	RIO MAGDALENA	SONORA	TRINCHERAS	657+761.24	658+140.93	379.69		
CR-NR-193	CFE	CFE DISTRIBUCION	SONORA	TRINCHERAS	659+552.78	659+601.76	48.98		
CR-NR-194	CONAGUA	ARROYO LOS CHINOS	SONORA	TRINCHERAS	661+259.19	661+308.17	48.98		
CR-NR-195	SCT	VIA FFCC FERROMEX PASCUALITOS-BENJAMIN HILL	SONORA	TRINCHERAS	661+470.65	661+509.86	39.21		
CR-NR-196	TELMEX	LÍNEA TELEFONICA	SONORA	TRINCHERAS	661+509.86	661+569.86	60		
CR-NR-197	CONAGUA	ARROYO EL SOTOL	SONORA	TRINCHERAS	663+845.76	663+885.41	39.65		

[redacted]

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Numero de cruzamiento	Nombre Propietario y/o Dependencia	Dirección del Propietario y/o Tipo de Cruce	Estado	Municipio	Cadenamiento Entrada	Cadenamiento Salida	Longitud (M)	Coordenadas R13	
								X	Y
CR-NR-198	CONAGUA	ARROYO EL SOTOL	SONORA	TRINCHERAS	665+609.22	665+658.20	48.98	[redacted]	
CR-NR-199	CONAGUA	ARROYO LA SIERRITA	SONORA	TRINCHERAS	672+741.86	672+781.42	39.56		
CR-NR-200	CONAGUA	ARROYO LAS PALOMAS	SONORA	TRINCHERAS	674+752.41	674+793.99	41.58		
CR-NR-201	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN SANTA ANA - PUERTO LIBERTAD 230 KV	SONORA	TRINCHERAS	691+038.93	691+084.91	45.98		
CR-NR-202	CONAGUA	ARROYO EL BAMURI	SONORA	PITIQUITO	721+074.24	721+140.93	66.69		
CR-NR-203	CONAGUA	ARROYO EL DATIL	SONORA	PITIQUITO	744+444.68	744+484.24	39.56		
CR-NR-204	CONAGUA	CRUCE RIO O ARROYO	SONORA	PITIQUITO	755+370.34	755+411.92	41.58		
CR-NR-205	CONAGUA	ARROYO EL DATIL	SONORA	PITIQUITO	766+088.54	766+134.52	45.98		
CR-NR-206	CENAGAS - GASODUCTO DE AGU	GASODUCTO SASABE-GUAYMASGASODUCTOS DE AGUA PRIETA	SONORA	PITIQUITO	781+672.99	781+712.55	39.56		
CR-NR-207	CENAGAS - GASODUCTO DE AGU	GASODUCTO SASABE-GUAYMAS (RAMAL)GASODUCTOS DE AGUA PRIETA	SONORA	PITIQUITO	796+240.00	796+281.58	41.58		
CR-NR-208	CFE	LINEA ELÉCTRICA TRANSMISIÓN HERMOSILLO CC - PUERTO LIBERTAD 230 KV	SONORA	PITIQUITO	799+651.47	799+697.45	45.98		
CR-NR-209	JCES	CARRETERA ESTATAL 3PUERTO LIBERTAD - CALLE 36 NORTE	SONORA	PITIQUITO	799+763.17	799+798.05	34.88		

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

A continuación se presenta la relación de los planos típicos civiles de cruces de las obras del gasoducto de 48" Ø.

Tabla II.21. Planos típico civiles de construcción del gasoducto de 48".

Nombre	Clave de plano	Anexo
Zanja típica para línea de 48"	SM-0600-WOR-CV-DWG-00001-S_00-signed.pdf	**Anexo II.4**, Carpeta Planos típicos de obra civil de cruces
Típico señalización de tuberías	SM-0600-WOR-CV-DWG-00002-S_00-signed.pdf	
Típico de tubería lastrada	SM-0600-WOR-CV-DWG-00003-S_00-signed.pdf	
Cruce típico de caminos	SM-0600-WOR-CV-DWG-00004-S_00-signed.pdf	
Típico cruce de arroyo y canales de irrigación	SM-0600-WOR-CV-DWG-00005-S_00-signed.pdf	
Cruce típico con ductos existentes	SM-0600-WOR-CV-DWG-00006-S_00-signed.pdf	
Típico de instalación de fibra óptica en excavaciones	SM-0600-WOR-CV-DWG-00007-S_00-signed.pdf	
Cruce Típico por HDD	SM-0600-WOR-CV-DWG-00008-S_00-signed.pdf	
Típico para cruce de ferrocaril	SM-0600-WOR-CV-DWG-00009-S_00-signed.pdf	
Cruce típico con ríos	SM-0600-WOR-CV-DWG-000010-S_00-signed.pdf	
Cruce típico para líneas eléctricas áereas	SM-0600-WOR-CV-DWG-000011-S_00-signed.pdf	
Cruce típico de cables	SM-0600-WOR-CV-DWG-000012-S_00-signed.pdf	
Control de erosion detalles para DDV	SM-0600-WOR-CV-DWG-000013-S_00-signed.pdf	
Típico de barreras en zanja a base de espuma	SM-0600-WOR-CV-DWG-000014-S_00-signed.pdf	
Típico de barreras en zanja a base de sacos	SM-0600-WOR-CV-DWG-000015-S_00-signed.pdf	
Típico de áreas temporales adicionales para cruce por HDD	SM-0600-WOR-CV-DWG-000016-S_00-signed.pdf	
Típico de áreas temporales adicionales para cruce por cuerpos de agua	SM-0600-WOR-CV-DWG-000017-S_00-signed.pdf	
Típico de áreas temporales adicionales para trabajos en alta pendiente	SM-0600-WOR-CV-DWG-000018-S_00-signed.pdf	
Cruce típico para autopistas	SM-0600-WOR-CV-DWG-00025-S_00-signed.pdf	
Cruce típico de carreteras	SM-0600-WOR-CV-DWG-00026-S_00-signed.pdf	
Cruce típico para DDv durante la construcción	SM-0600-WOR-CV-DWG-00027-S_00-signed.pdf	
Cruce típico de caminos municipales	SM-0600-WOR-CV-DWG-00028-S_00-signed.pdf	

II.3.4 Diseño arquitéctonico que conforman los edificios de la Estación de regulación, medición y control Puerto Libertad y estaciones de compresión (CS-1 a CS4)

Los edificios para las instalaciones de las estaciones de compresión, los cuales darán alojamiento adiversos equipos y personal son:

A. Caseta de vigilancia.

B. Taller de mantenimiento.

C. Edificio eléctrico de control.

D. Cuarto de residuos peligrosos.

Figura II.16. Arreglo general estación de compresión CS1.

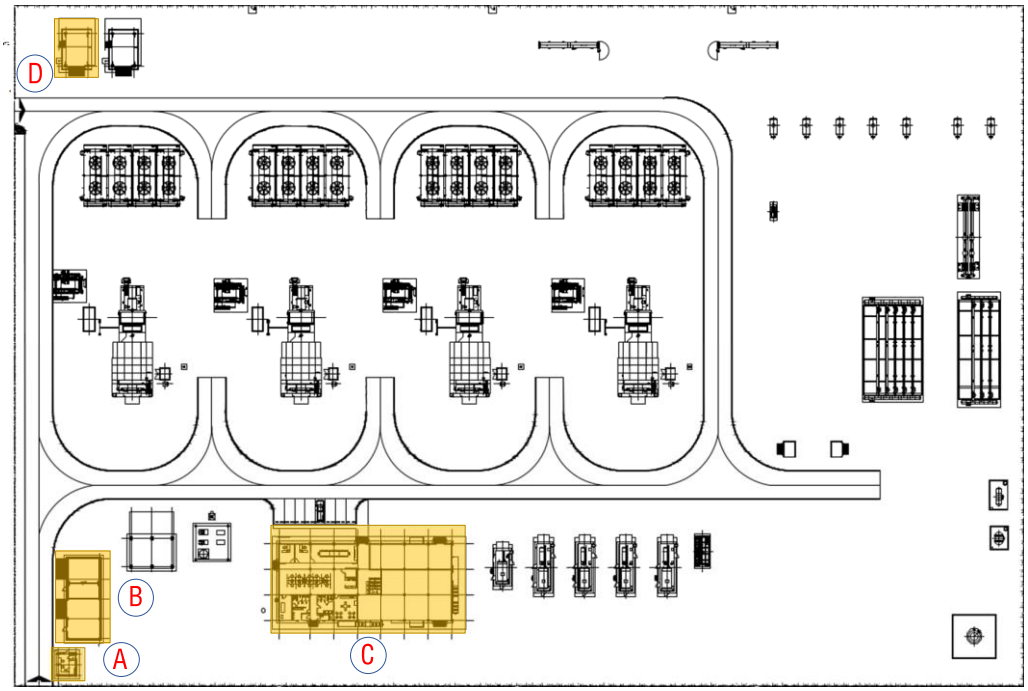


Figura II.17. Arreglo general estación de compresión CS2.

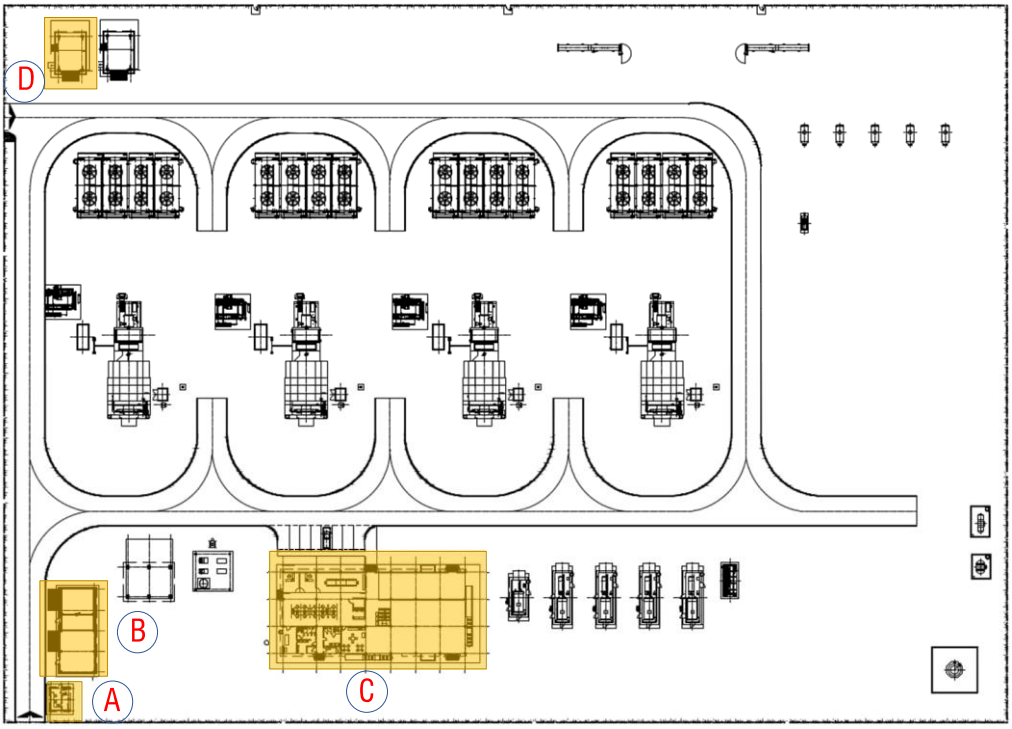


Figura II.18. Arreglo general estación de compresión CS3.

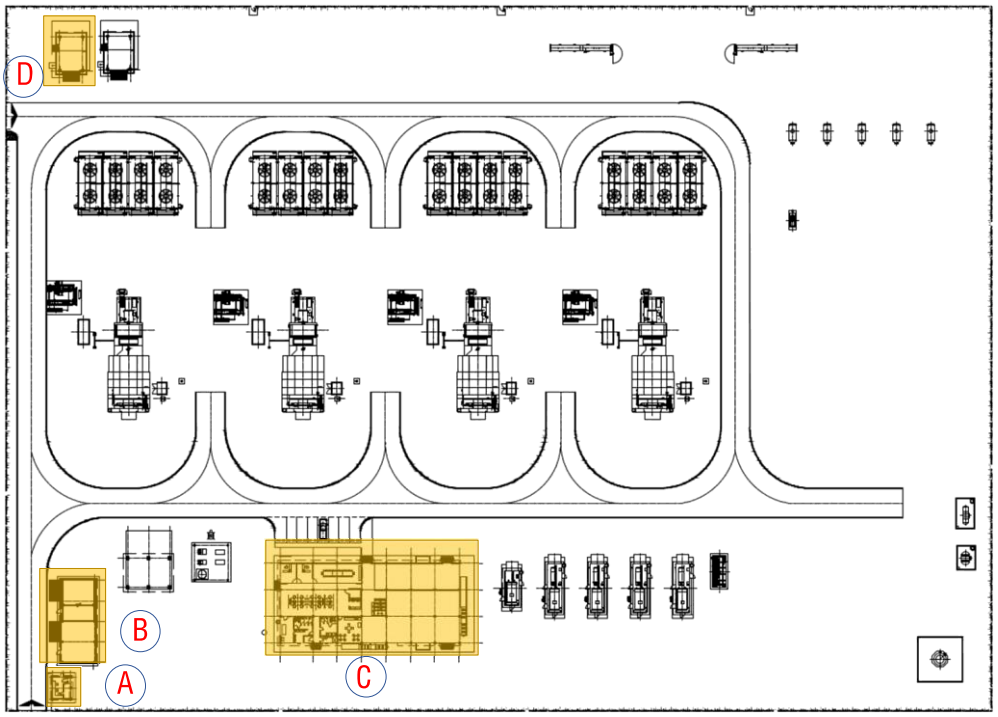
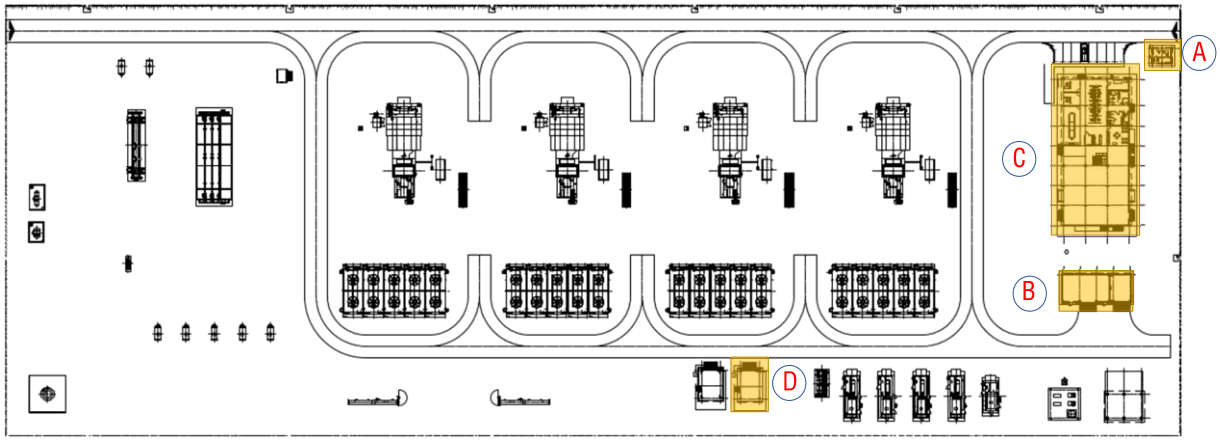


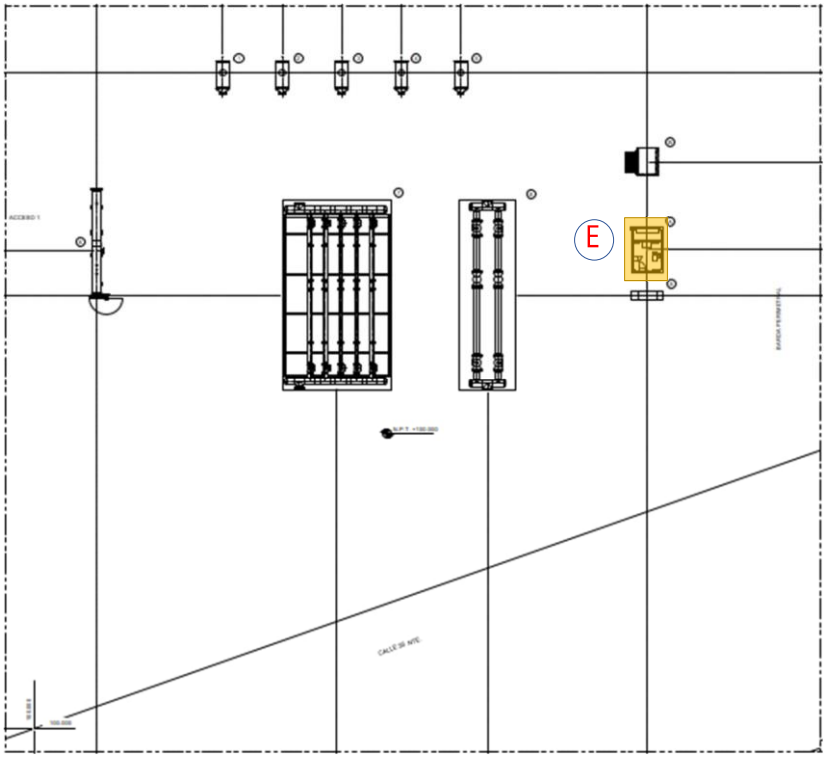
Figura II.19. Arreglo general estación de compresión CS4.



El edificio para la **EMRyC** el cual dará alojamiento a diversos equipos:

E. Cuarto eléctrico de control

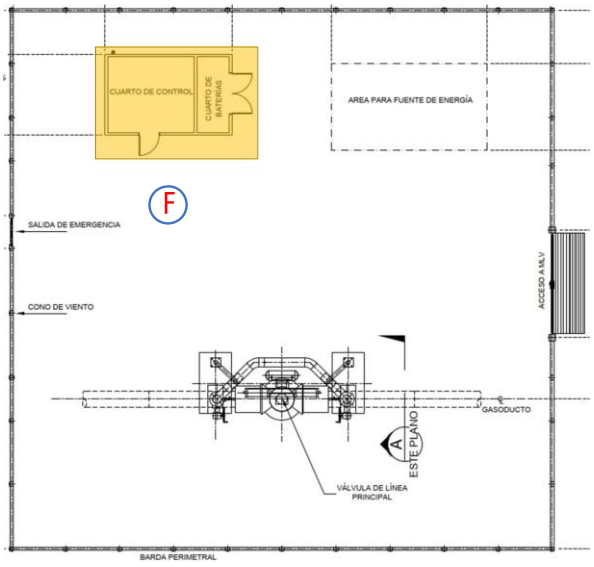
Figura II.20. Arreglo general Estación de regulación, medición y control Puerto Libertad



Así mismo también se considera el siguiente edificio de cuarto eléctrico de control para la instalación del Ducto, el cual dará alojamiento a diversos equipos

F. Cuarto eléctrico de control

Figura II.21. Arreglo general (Típico para MLV´s).



A. Edificio eléctrico de control

Este edificio será de operación principal para las estaciones de compresión (**CS1, CS2, CS2, CS3, CS4**) y estará compuesto por dos niveles, los cuales contarán con las siguientes áreas:

Planta Baja.

- Acceso principal.
- Sala de juntas.
- Oficina 01.
- Oficina 02.
- Módulos operativos.
- Área de impresoras.
- Almacén.
- Cuarto de máquinas.
- Sanitarios mujeres (3 personas).
- Sanitarios hombres (6 personas).
- Cuarto de limpieza.
- Comedor (12 comensales).
- Cuarto eléctrico (Sótano de charolas).
- Cuarto de control (Sótano).
- Cobertizos de cilindros supresión de fuego (al exterior del edificio).
- Escalera central.

Planta Alta.

- Cuarto de baterías.
- Cuarto eléctrico.
- Cuarto de control.
- Cuarto de gabinete.

Se deberá de contar con las consideraciones definidas en los siguientes puntos sin que sea restrictivos para el mismo:

- Estructura de concreto a base de marcos rígidos en ambos sentidos (columnas y trabes de carga).
- Piso de losa de concreto con acabado pulido para cuartos eléctricos y de control. Loseta cerámica antiderrapante para sanitarios, comedor, módulos operativos, oficinas, sala de juntas, cuarto de gabinete. Pintura epóxica color gris o loseta cerámica antiácida para cuarto de baterías.
- Contará con un muro de block hueco en toda la envolvente del edificio.
- Los muros interiores en el área de oficinas y sala de juntas serán a base de sistema USG o similar de panel de yeso a prueba de fuego y en áreas húmedas también debe ser anti-moho.

- Los muros interiores en el área de los cuartos de control, gabinetes y de charolas deberán de ser a base de tablacemento resistente al fuego 2 horas.
- El cuarto de control y gabinetes se localizarán en la planta alta de edificio administrativo, con la finalidad de disponer de la planta baja como cuarto de charolas y los vanos destinados a el paso de cableado deberán de ser sellados con materiales intumescentes. Las dimensiones deberán de ser las óptimas necesarias para albergar los sistemas, cableados y equipos que se emplearán.
- El recubrimiento para muro de block será a base de estuco blanco en interiores y color arena para las caras exteriores del edificio.
- El cuarto de control, de gabinetes y cuarto eléctrico deben de ser sin exclusión alguna, herméticos.
- La cubierta del edificio será de losa de concreto reforzado.
- La losa de azotea deberá de contar con un sistema de impermeabilizante asfáltico, en losa y pretil.
- Las puertas a exteriores deben de contar con barra antipánico.

Aunados a los puntos anteriores se debe de realizar las consideraciones siguientes referentes a servicios y adicionales, sin que estos sean limitantes:

- Tendrá las instalaciones de red hidrosanitaria adecuada para el personal que hará uso del edificio.
- Contará con bajantes pluviales que satisfagan las necesidades de la captación del agua pluvial.
- El nivel de piso terminado deberá de estar elevado por lo menos de 15 cm. para prevenir el ingreso de agua al interior del edificio (esta elevación se podrá aumentar según lo requiera, y se deberá de verificar en el proceso de ingeniería).
- Se deberá de contar con los niveles adecuados de iluminación y ruido, diurno y nocturno de acuerdo con lo establecido por la normativa de la STPS aplicable.

Figura II.22. Planta arquitéctonica planta baja.

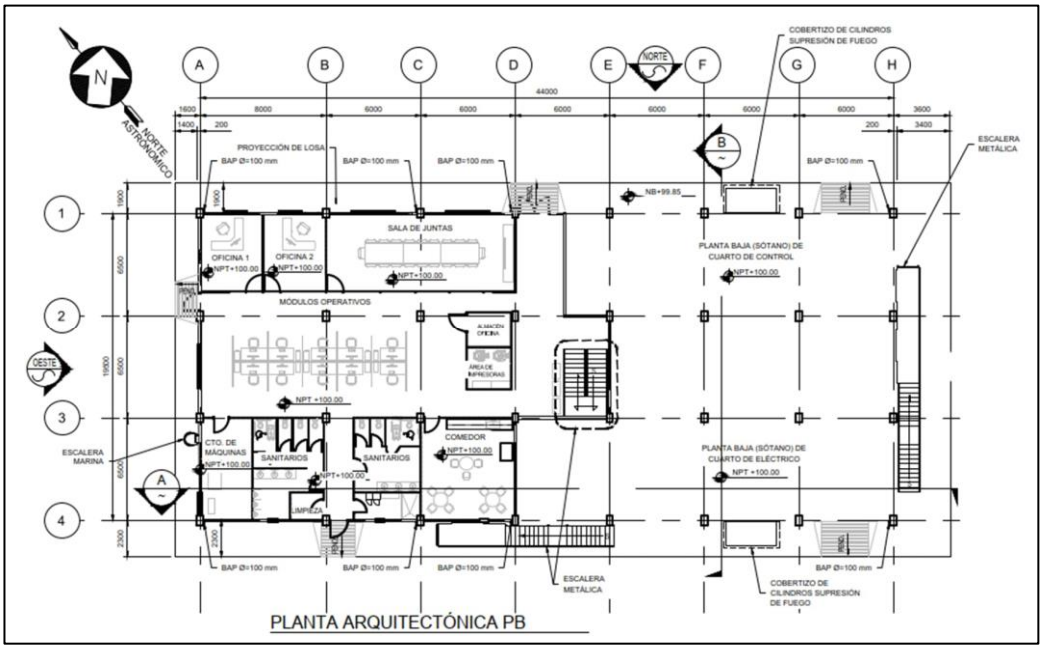


Figura II.23. Planta arquitéctonica planta alta.

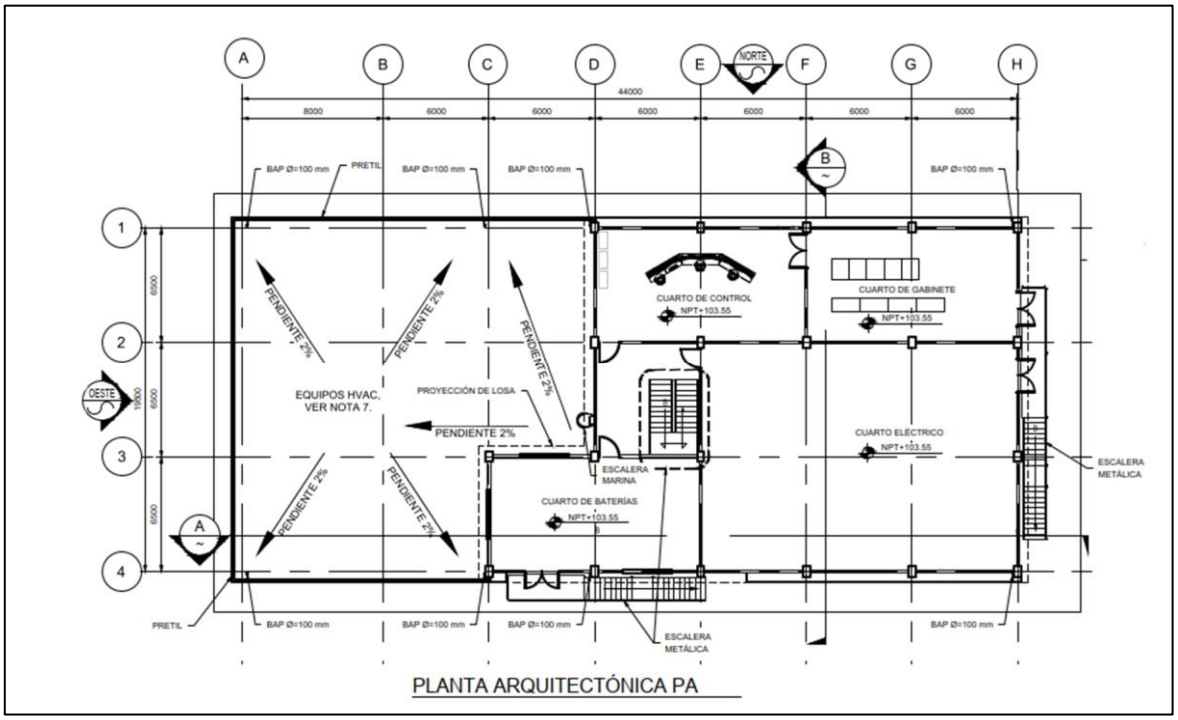
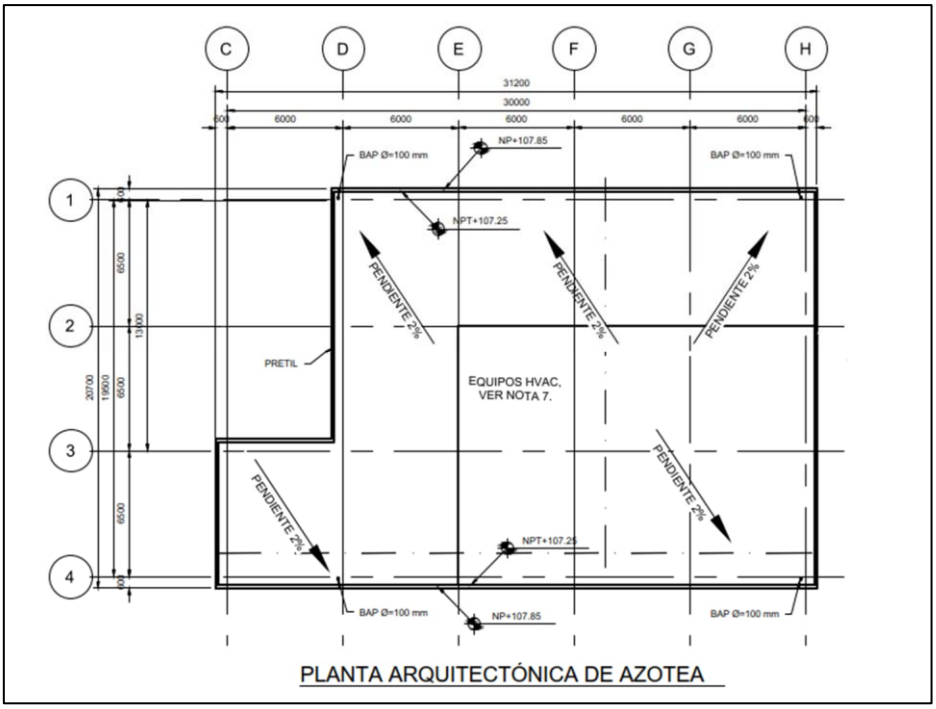


Figura II.24. Planta arquitéctonica de azotea.



B. Caseta de vigilancia

Este edificio será de operación principal para las estaciones de compresión (**CS1, CS2, CS2, CS3, CS4**) y contará con las siguientes áreas:

1. Caseta.
2. Sanitario.
3. Cuarto para tableros de control y eléctricos.

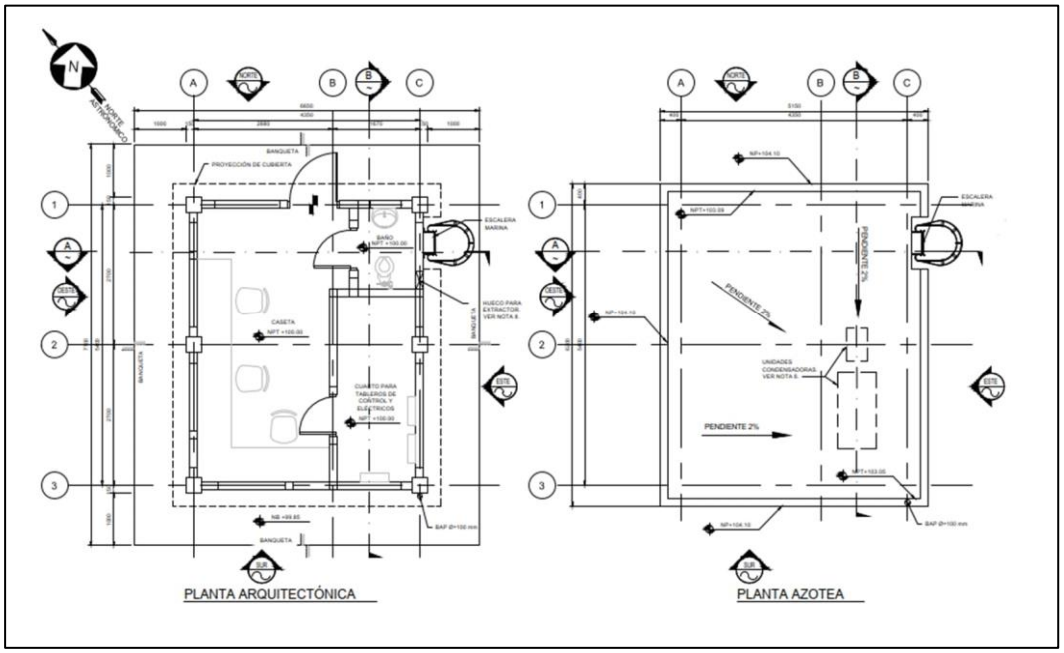
En la caseta de vigilancia se debe de considerar los siguientes puntos referentes a su estructura y acabados, sin que estos sean limitantes.

- Estructura de concreto a base de marcos rígidos en ambos sentidos (columnas y trabes de carga).
- Piso de concreto con acabado piso cerámico antiderrapante de 60 x 60 cm.
- Contará con un muro de block hueco en toda la envolvente del edificio al igual que en los muros internos.
- El recubrimiento para muro de block será a base de estuco blanco en interiores y color arena para las caras exteriores del edificio.
- La cubierta del edificio será de losa de concreto reforzado tipo maciza.
- Tendrá una escalera tipo marina en la parte posterior de la caseta para acceso a la azotea.
- La azotea deberá de contar con un sistema de impermeabilizante asfaltico, en losa y pretil.

Aunados a los puntos anteriores se debe de realizar las consideraciones siguientes referentes a servicios y adicionales, sin que estos sean limitantes:

- Tendrá las instalaciones de red hidrosanitaria adecuada para el personal que hará uso del edificio.
- Contará con sistema de aire acondicionado dentro de la edificación, con control de temperatura garantizando que presentará 25°C al interior del mismo.
- Contará con bajantes pluviales que satisfagan las necesidades de la captación del agua pluvial y su encausamiento.
- El nivel de piso terminado deberá de estar elevado por lo menos de 15 cm. para prevenir el ingreso de agua al interior del edificio (esta elevación se podrá aumentar según lo requiera, y se deberá de verificar en el proceso de ingeniería).

Figura II.25. Planta arquitéctonica de caseta de vigilancia.



C. Taller de mantenimiento

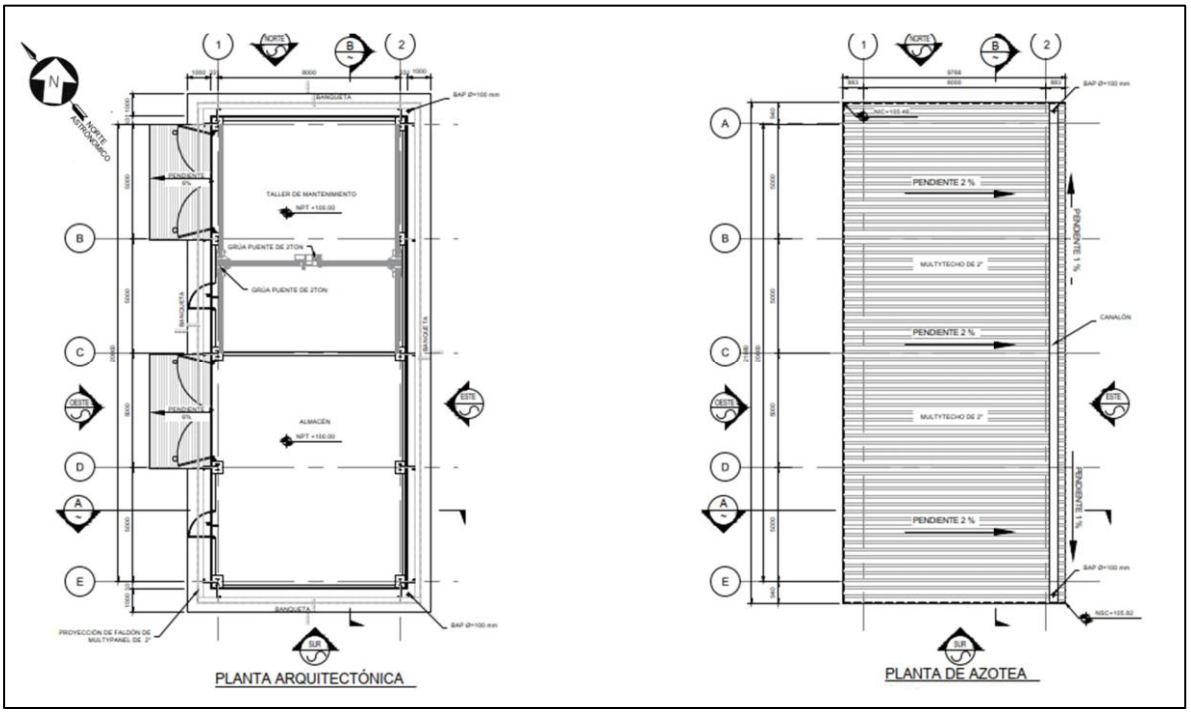
Este edificio será de operación principal para las estaciones de compresión (**CS1, CS2, CS2, CS3, CS4**) y deberá de contar con las consideraciones plasmadas en los puntos a continuación referentes a su estructura y acabados; sin que estos sean limitantes:

- Estructura metálica de acuerdo con lo indicado en los planos estructurales.
- Piso de concreto con acabado piso cerámico de 60 x 60 cm.
- La envolvente exterior de la estructura metálica será de lámina metálica galvanizada color arena, y la cual se deberá de anclar a la estructura principal mediante una subestructura metálica.
- La cubierta de azotea será de lámina metálica galvanizada, está cubierta deberá de contemplar todos los herrajes y complementos (selladores, juntas, etc.) necesarios para su correcto habilitado.

Aunados a los puntos anteriores se debe de realizar las consideraciones siguientes referentes a servicios y adicionales, sin que estos sean limitantes:

- Contará con bajantes pluviales que satisfagan las necesidades de la captación del agua pluvial y su encausamiento.
- Se contará con sistemas de louvers para que exista la ventilación natural, se deberá de verificar en la etapa de ingeniería de detalle el dimensionamiento de estos, así como el uso de equipo auxiliar de extractores en caso de que se llegase a requerir.
- El nivel de piso terminado deberá de estar elevado por lo menos de 15 cm. para prevenir el ingreso de agua al interior del edificio (esta elevación se podrá aumentar según lo requiera, y se deberá de verificar en el proceso de ingeniería).

Figura II.26. Planta arquietéctonica del taller de mantenimiento.



D. Cuarto de residuos peligrosos

Este almacén será de operación principal para las estaciones de compresión (**CS1, CS2, CS2, CS3, CS4**) cuenta con 2 áreas:

1. Materiales peligrosos.
2. Residuos peligrosos.

El cuarto contará con las siguientes consideraciones que se deberán de seguir sin que sean restrictivas:

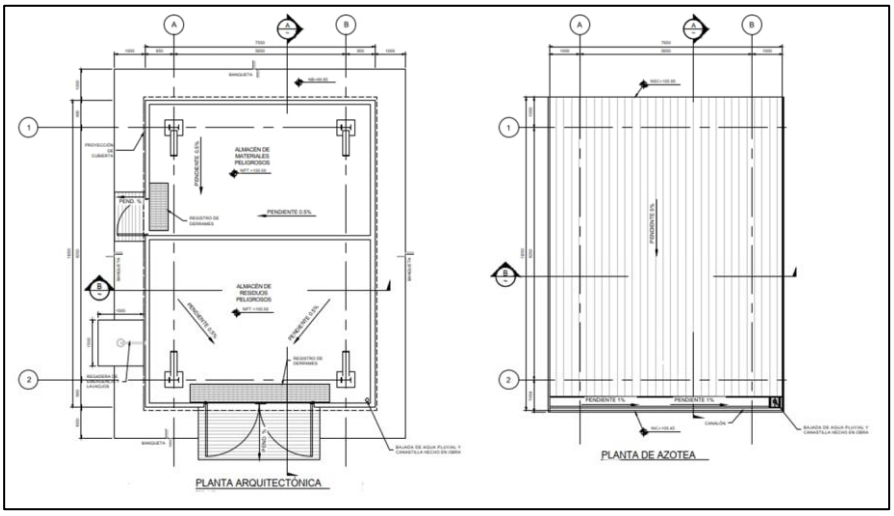
- Estructura metálica de acuerdo con lo indicado en los planos estructurales.
- Contará con un muro de 2.1 mts (sin que este llegue a alcanzar el nivel de cubierta, para garantizar una ventilación natural) en la envolvente del edificio a base de block, de igual forma el muro interno que dividirá al almacén.
- El recubrimiento para muro de block será a base de estuco color arena.
- La cubierta de azotea será de lámina metálica galvanizada, está cubierta deberá de contemplar todos los herrajes y complementos (selladores, juntas, etc.) necesarios para su correcto habilitado.
- Tendrá registros de captación de derrames; y el firme deberá presentar la pendiente para que el derrame sea conducido hacia cada uno de los registros.
- Contará con 2 rampas de acceso al almacén; una por cada área del mismo, así como de igual forma un portón de malla para cada acceso.

Otras consideraciones adicionales que se deberán de tener presentes son:

- Contará con bajantes pluviales que satisfagan las necesidades de la captación del agua pluvial y su encausamiento.

- El nivel de piso terminado deberá de estar elevado por lo menos de 15 cm. para prevenir el ingreso de agua al interior del edificio (esta elevación se podrá aumentar según lo requiera, y se deberá de verificar en el proceso de ingeniería).
- El almacén debe de contar con ventilación natural.
- Debe estar en complimiento con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- El piso de concreto deberá de estar protegido para resistir los ataques químicos y desgastes a los que pudiera estar sometido durante su operación mediante el uso de pinturas, de acuerdo con lo establecido en la normativa **STPS**.
- El piso igualmente contara con pendiente hacia registros hacia los registros de captación de derrame, los cuales se localizarán cerca de los accesos.
- Hay que asegurar que las luminarias a instalar al interior de los almacenes cumplan con las especificaciones para áreas clasificadas, detectores de humo y gas instrumentado.

Figura II.27. Plano arquitéctonico del cuarto de residuos peligrosos.



E. Cuarto eléctrico de control

Este edificio será de operación principal para el MLVS (Ducto) se compone de dos áreas:

1. Cuarto de control.
2. Cuarto de baterías.

Y contará con las siguientes consideraciones para su diseño:

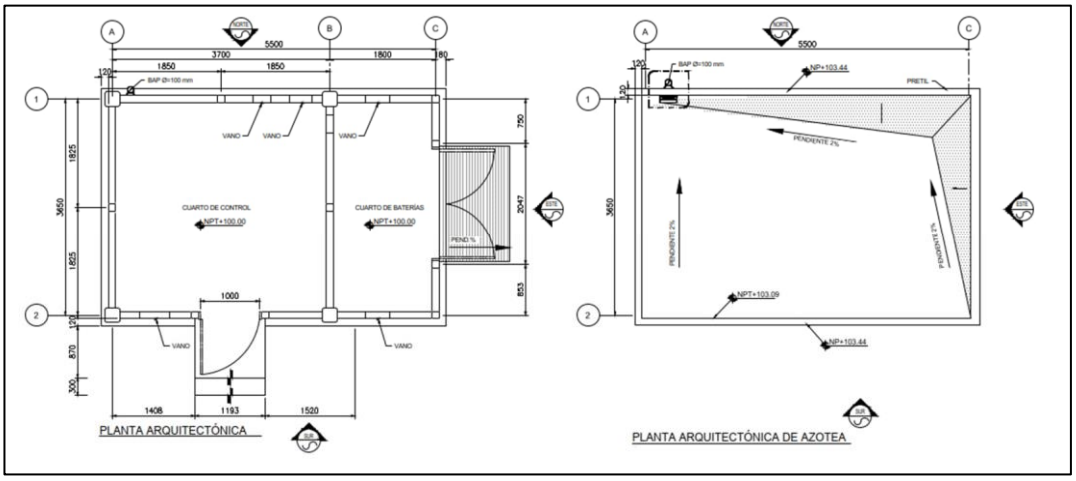
- Estructura de concreto a base de marcos rígidos en ambos sentidos (columnas y trabes de carga).
- Contará con muro de block hueco en toda la envolvente del edificio al igual que en los muros internos.
- El recubrimiento para muro de block será a base de estuco blanco en interiores y color arena para las caras exteriores del edificio.
- El piso tendrá un recubrimiento de pintura epóxica color gris claro ó loseta cerámica antiácida.
- La cubierta del edificio será de losa de concreto reforzado tipo maciza.

- La azotea deberá de contar con un sistema de impermeabilizante asfaltico, en losa y pretil.

Aunados a los puntos anteriores se debe de realizar las consideraciones siguientes referentes a servicios y adicionales, sin que estos sean limitantes:

- Contará con sistema de aire acondicionado dentro de la edificación, con control de temperatura garantizando que presentará 25°C al interior del mismo.
- Contará con bajantes pluviales que satisfagan las necesidades de la captación del agua pluvial y su encausamiento.
- El nivel de piso terminado deberá de estar elevado por lo menos de 15 cm. para prevenir el ingreso de agua al interior del edificio (esta elevación se podrá aumentar según lo requiera, y se deberá de verificar en el proceso de ingeniería).

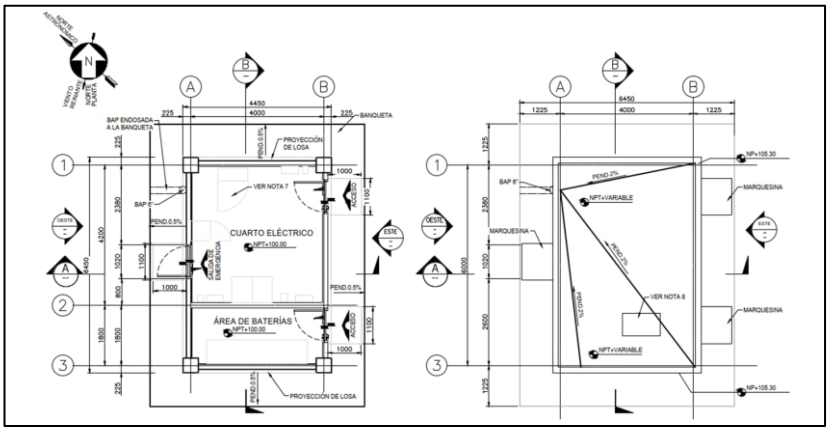
Figura II.28. Plano arquitéctonico del cuarto eléctrico de control.



F. Cuarto eléctrico de control Estación de regulación, medición y control Puerto Libertad

Este edificio será de operación principal para **EMRyC** Puerto Libertad.

Figura II.29. Plano arquitéctonico de la EMRyC Puerto Libertad.



Este edificio será de operación principal para E**MRyC** Puerto Libertad.se compone de dos áreas:

1. Cuarto de control.

2. Cuarto de baterías.

Y contará con las siguientes consideraciones para su diseño:

- Estructura de concreto a base de marcos rígidos en ambos sentidos (columnas y trabes de carga).
- Contará con muro de block hueco en toda la envolvente del edificio al igual que en los muros internos.
- El recubrimiento para muro de block será a base de estuco blanco en interiores y color arena para las caras exteriores del edificio.
- El piso tendrá un recubrimiento de pintura epóxica color gris claro ó loseta cerámica antiácida.
- La cubierta del edificio será de losa de concreto reforzado tipo maciza.
- La azotea deberá de contar con un sistema de impermeabilizante asfaltico, en losa y pretil.

Aunados a los puntos anteriores se debe de realizar las consideraciones siguientes referentes a servicios y adicionales, sin que estos sean limitantes:

- Contará con sistema de aire acondicionado dentro de la edificación, con control de temperatura garantizando que presentará 25°C al interior del mismo.
- Contará con bajantes pluviales que satisfagan las necesidades de la captación del agua pluvial y su encausamiento.
- El nivel de piso terminado deberá de estar elevado por lo menos de 15 cm. para prevenir el ingreso de agua al interior del edificio (esta elevación se podrá aumentar según lo requiera, y se deberá de verificar en el proceso de ingeniería).

G. Muros

Los muros interiores y fachadas del edificio administrativo serán de block hueco con dimensiones de 12x20x40cm, habilitado con mezcla de mortero proporción 1:3 (cemento-arena), evitando la existencia de escurrimientos y se mantendrá un espesor promedio de junta de 10mm. Para los cuartos de charolas, cuarto eléctrico y cuarto de baterías se considerará muros de Tablacemento resistente al fuego de 2 horas.

Los muros deberán ser rigidizados con castillos y dalas de concreto, los cuales tendrán acabados aparentes, y con terminación en pintura vinil acrílica aplicada a dos manos con previa aplicación de sellador.

Todos los muros de mampostería se deberán de desplantar sobre un rodapié (dala de desplante) de concreto armado integral a la losa de piso, a una altura de 20cm a partir del nivel de piso terminado (NPT) con esquinas boleadas y acabados aparente con terminación en pintura vinil acrílica aplicada a dos manos con previa aplicación de sellador.

Se colocará un aplanado fino a los muros de block, a base de estuco color blanco para el interior y color arena para el exterior (para el edificio administrativo; color arena para ambas caras del muro en el almacén de residuos), con acabado fino hecho con llana metálica con espesor promedio de 1.5 cm, el acabado final será de pintura vinil-acrílica acabado satinado, color blanco aplicada a dos manos con previa aplicación de sellador en el interior del edificio administrativo.

De acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012, los cuartos de baterías deberán tener una iluminación natural adecuada durante el día por lo que se deberá de dejar una ventana en la parte superior del cuarto para ello.

H. Escaleras

El acceso a plantas superiores, serán con escaleras metálicas desligadas de la estructura del edificio principal, contará con un barandal perimetral de acero estructural para protección, y en la parte superior del descanso de la escalera tendrá módulos de barandal desmontable cercanos a los accesos con la finalidad de dar fácil acceso a los equipos.

Se deberán de instalar escaleras marinas con jaula de protección, para acceso a las azoteas, con el objeto de poder dar mantenimiento a las cubiertas. Las escaleras deberán de estar de acuerdo con lo indicado en las bases de diseño estructural.

I. Accesos y baquetas

Los edificios y cobertizos tendrán una banqueta en su periferia, esta banqueta tendrá un ancho mínimo de 95 cm como mínimo y el nivel de banqueta deberá de estar elevado por lo menos 15cm (esta elevación se ratificará durante el proceso de ingeniería).

El acabado que se le dará a la banqueta será de escobillado integral al colado en piso de concreto armado, hecho con escoba en sentido transversal a la línea de tránsito, en los extremos de estas y entre cada junta fría se le dará un alisado con volteador formando un ribete o boleado.

J. Pisos

El firme del edificio administrativo y de la caseta de vigilancia, se realizará de concreto reforzado con acabado rayado o acabado grueso con plana de madera integral al colado en piso de concreto; y tendrá un acabado final a base de loseta cerámica antiderrapante de 60 x 60 cm, el modelo, marca y color se definirá en el proceso de ingeniería.

Este será asentado con adhesivo porcelánico y se aplicará una boquilla con sellador igual al color del piso con junta de 3mm.

El cuarto eléctrico de control, tendrá un acabado rayado o acabado grueso con plana de madera integral al colado en losa de concreto; y tendrá un acabado final a base de loseta cerámica antiderrapante de 60 x 60 cm, el modelo, marca y color se definirá en el proceso de ingeniería. Este será asentado con adhesivo porcelánico y se aplicará una boquilla con sellador igual al color del piso con junta de 3mm o podrá ser de acabado pulido con concreta integral al colado, cubierto con plástico laminado antiestático (lo anterior se deberá de verificar durante el proceso de ingeniería).

El piso en el cuarto de baterías será de acabado pulido integral al colado de la losa de concreto para recibir componente primario epóxico antiácido.

El firme de los cobertizos será de concreto reforzado con al menos 15cm de espesor (lo cual se verificará durante el proceso de ingeniería), el acabado será pulido integral al colado de la losa.

K. Cubierta

Las cubiertas del edificio administrativo y de la caseta de vigilancia tendrán una pendiente del 2%. se contará con un pretil perimetral no menor de 30 cm, reforzado y acabado aparente, así como la colocación de un chaflán de concreto pobre con contrapendiente y encauce, de 10 X 10 cm a base de concreto F'c = 100 kg/cm^2 y acabado pulido con uso de llana metálica.

Sobre todas las losas de concreto que sean de azoteas se colocara un sistema de impermeabilización a base de mantos prefabricados de asfalto modificado con polímeros sintéticos Estireno-Butadieno- Estireno (SBS), de 4.5 mm de espesor, reforzado con malla de poliéster, aplicada con termo fusión hasta una altura de 30 cm en el pretil o muro colindante, con aplicación de primario para sellado y acabado de gravilla cerámica.

El sistema de impermeabilización deberá garantizarse por un mínimo de 10 años y este cumplirá con lo indicado en la normativa NMX-C-437-ONNCE-2004.

L. Herrerías

Las puertas sobre muros de mampostería tendrán el abatimiento hacia el exterior, serán de una resistencia al fuego, mínima de 2 horas, tanto para las puertas como los herrajes, sellos, dispositivos y accesorios. Estas podrán ser de una o dos hojas (se verificará durante el proceso de ingeniería y se plasmarán en los planos arquitectónicos correspondientes).

Las puertas (incluyendo sus marcos y componentes) serán metálicas, de línea y estarán fabricadas en láminas de acero rolado en frio calibre 18, con sistema de aislamiento a base poli estireno, provista con sellos perimetrales auto adherible a prueba de humo, con manija desde el exterior y barra antipático horizontal por el interior, con sus bisagras reforzadas de cilindro fijo y cierra puertas hidráulico de uso pesad, mirillas superiores de cristal inastillable con refuerzo de malla ahogada de 60 X 80 cm y 6 mm de espesor.

Cuando las puertas sean de dimensionamiento mayor al estándar el proveedor deberá de proveer la garantía de fabricación y materiales.

Las puertas al interior del edificio podrán ser vidrio templado o de madera con recubrimiento retardante de fuego, estas deberán ser abatible hacia el interior de las oficinas o áreas anexas y contarán con todos los herrajes y accesorios necesarios.

Las ventanas serán de cancelería de manufactura de perfiles de aluminio con al menos dos tableros de cristal claro de 6 mm de espesor, de la serie 50 para ventanas corredizas y de la serie 140 para ventanas fijas, deberán de incluir el sistema de anclajes, herrajes y accesorios, de la marca cuprum y línea eurovent o equivalentes; todas las ventanas deberán de ser selladas por el interior y el exterior con junta hermética, felpa con film y cortavientos,.

Tabla II.22. Planos civiles de las instalaciones de compresión y EMRyC del proyecto.

Nombre	Clave de plano	Anexo
Edificio eléctrico de control CS1	SM-0100-WOR-AR-DWG-00001-S_00-signed.pdf	**Anexo II.5**, Carpeta Planos civiles de las estaciones de compresión y EMRyC
Taller de mantenimiento CS1	SM-0100-WOR-AR-DWG-00002-S_00-signed.pdf	
Caseta de vigilancia CS1	SM-0100-WOR-AR-DWG-00003-S_00- signed.pdf	
Cuarto de residuos peligrosos CS1	SM-0100-WOR-AR-DWG-00004-S_00- signed.pdf	
Edificio eléctrico de control CS2	SM-0200-WOR-AR-DWG-00001-S_00- signed.pdf	
Taller de mantenimiento CS2	SM-0200-WOR-AR-DWG-00002-S_00- signed.pdf	
Caseta de vigilancia CS2	SM-0200-WOR-AR-DWG-00003-S_00- signed.pdf	
Cuarto de residuos peligrosos CS2	SM-0200-WOR-AR-DWG-00004-S_00- signed.pdf	
Edificio eléctrico de control CS3	SM-0300-WOR-AR-DWG-00001-S_00- signed.pdf	
Taller de mantenimiento CS3	SM-0300-WOR-AR-DWG-00002-S_00- signed.pdf	
Caseta de vigilancia CS3	SM-0300-WOR-AR-DWG-00003-S_00- signed.pdf	
Cuarto de residuos peligrosos CS3	SM-0300-WOR-AR-DWG-00004-S_00- signed.pdf	
Edificio eléctrico de control CS4	SM-0400-WOR-AR-DWG-00004-S_00- signed.pdf	

Nombre	Clave de plano	Anexo
Taller de mantenimiento CS4	SM-0400-WOR-AR-DWG-00001-S_00- signed.pdf	
Caseta de vigilancia CS4	SM-0400-WOR-AR-DWG-00002-S_00- signed.pdf	
Cuarto de residuos peligrosos CS4	SM-0400-WOR-AR-DWG-00003-S_00- signed.pdf	
Cuarto eléctrico de control EMRyC Puerto Libertad	SM-0500-WOR-AR-DWG-00001-S_00- signed.pdf	

Tabla II.23. Planos civiles de terracerías de las estaciones de compresión y EMRyC.

Nombre	Clave de plano	Anexo
Plano de terracerías CS1	SM-0100-WOR-CV-PLN-00001-S_00-signed.pdf	**Anexo II.6**, Carpeta Planos civiles de las terracerías de las estaciones de compresión y EMRyC
Plano de camino de acceso CS1	SM-0100-WOR-CV-PLN-00002-S_00- signed .pdf	
Plano de terracerías CS2	SM-0200-WOR-CV-PLN-00001-S_00- signed .pdf	
Plano de camino de acceso CS2	SM-0200-WOR-CV-PLN-00002-S_00- signed .pdf	
Plano de drenake pluvial CS2	SM-0200-WOR-CV-PLN-00003-S_00- signed .pdf	
Plano de terracerías CS3	SM-0300-WOR-CV-PLN-00001-S_00- signed .pdf	
Plano de camino de acceso CS3	SM-0300-WOR-CV-PLN-00002-S_00- signed .pdf	
Plano de terracerías CS4	SM-0400-WOR-CV-PLN-00001-S_00- signed .pdf	
Plano de camino de acceso CS4	SM-0400-WOR-CV-PLN-00002-S_00- signed .pdf	
Plano de terracerías EMRyC	SM-0500-WOR-CV-PLN-00001-S_00- signed .pdf	
Plano de drenaje pluvia EMRyC	SM-0500-WOR-CV-PLN-00002-S_00- signed .pdf	
Típico de señalización para tuberías	SM-0600-WOR-CV-DWG-00002-S_00- signed .pdf	
Plano de terracerías MLV'S	SM-0600-WOR-CV-PLN-00001-S_00- signed .pdf	
Plano de camino de acceso MLV's	SM-0600-WOR-CV-PLN-00002-S_00- signed .pdf	
Plano de drenaje pluvial MLV's	SM-0600-WOR-CV-PLN-00002-3_00- signed .pdf	

Tabla II.24. Planos estructurales de las instalaciones estaciones de compresión y EMRyC del proyecto.

Nombre	Clave de plano	Anexo
Plano de cimentaciones filtros coalescedores WA-HA área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00001-S_00-signed.pdf	**Anexo II.7**, Carpeta Planos estructurales de las estaciones de compresión y EMRyC
Plano de cimentaciones filtros coalescedores Fermaca área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00002-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación de patín de medición área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00003-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación de patín de medición Fermaca área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00004-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación trampa de diablos envío-recepción área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00005-S_00-signed.pdf	

Nombre	Clave de plano	Anexo
Plano de cimentación edificio de control eléctrico área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00006-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación taller de manetnimiento CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00008-S_00-signed.pdf	
Plano de barda y salidas de emergencia área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00011-01-S_00-signed.pdf	
Plano de barda y salidas de emergencia área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00011-02-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación turbocompresores área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00013-S_00.pdf- signed	
Plano de cimentación turbocompresores área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00014-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación aeroenfriadores área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00016-S_00.pdf	
Plano de cimentación generadores principales área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00020-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación generadores de emergencia área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00021-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación paquete de gas combustible turbocompresores área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00022-S_00-signed.pdf	
Plano de armado y registros área CS1	SM-0100-WOR-ST-PLN-00024-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentaciones filtros coalescedores área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00001-S_00-signed C.pdf	
Plano de cimentación trampa de diablos envío-recepción área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00002-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación edificio de control eléctrico área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00003-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación taller de manetnimiento CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00005-S_00-signed.pdf	
Plano de barda y salidas de emergencia área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-0007-01-S_00-signed.pdf	
Plano de barda y salidas de emergencia área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00011-02-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación turbocompresores área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00009-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación turbocompresores área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00010-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación aeroenfriadores área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00012-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación aeroenfriadores área CS2 cortes y detalles	SM-0200-WOR-ST-PLN-00013-S_00-signed.pdf	

Nombre	Clave de plano	Anexo
Plano de cimentación generadores principales área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00014-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación generadores de emergencia área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00015-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación paquete de gas combustible turbocompresores área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00016-S_00-signed.pdf	
Plano de armado y registros área CS2	SM-0200-WOR-ST-PLN-00018-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentaciones filtros coalescedores área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00001-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación trampa de diablos envío-recepción área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00002-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación edificio de control eléctrico área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00003-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación taller de manetnimiento CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00005-S_00-signed.pdf	
Plano de barda y salidas de emergencia área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00007-01-S_00-signed.pdf	
Plano de barda y salidas de emergencia área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00007-02-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación turbocompresores área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00009-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación turbocompresores área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00010-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación aeroenfriadores área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00012-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación aeroenfriadores área CS2 cortes y detalles	SM-0300-WOR-ST-PLN-00013-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación generadores principales área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00014-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación generadores de emergencia área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00015-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación paquete de gas combustible turbocompresores área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00016-S_00-signed.pdf	
Plano de armado y registros área CS3	SM-0300-WOR-ST-PLN-00018-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentaciones filtros coalescedores área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00001-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentaciones filtros coalescedores área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00002-S_00-signed.pdf	

Nombre	Clave de plano	Anexo
Plano de cimentación patín de medición Carso área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00004-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación trampa de diablos envío-recepción área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00005-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación edificio de control eléctrico área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00007-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación taller de manetnimiento CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00009-S_00-signed.pdf	
Plano de barda y salidas de emergencia área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00011-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación turbocompresores área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00013-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación turbocompresores área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00014-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación aeroenfriadores área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00016-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación aeroenfriadores área CS4 cortes y detalles	SM-0400-WOR-ST-PLN-00017-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación generadores principales área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00020-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación generadores de emergencia área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00021-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación paquete de gas combustible turbocompresores área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00022-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación patín de regulación Carso área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00023-S_00-signed.pdf	
Plano de armado y registros área CS4	SM-0400-WOR-ST-PLN-00024-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentaciones filtros coalescedores área EMRyC	SM-0500-WOR-ST-PLN-00001-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación trampa de diablos envío-recepción área EMRyC	SM-0500-WOR-ST-PLN-00002-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación edificio de control eléctrico área EMRyC	SM-0500-WOR-ST-PLN-00003-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación para equipos EM-RTU-001/002 de HVAC área EMRyC	SM-0500-WOR-ST-PLN-00004-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación patín de medición área EMRyC	SM-0500-WOR-ST-PLN-00005-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación patín de regulación área EMRyC	SM-0500-WOR-ST-PLN-00007-S_00.pdf	
Plano de cimentación generadores de emergencia área EMRyC	SM-0500-WOR-ST-PLN-00008-S_00-signed.pdf	

Nombre	Clave de plano	Anexo
Plano típico de plataformas de operación planta y elevación	SM-0600-WOR-ST-DWG-00019-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación MLV tipo	SM-0600-WOR-ST-PLN-00001-S_00-signed.pdf	
Plano de barda MLV tipo	SM-0600-WOR-ST-PLN-00002-S_00-signed.pdf	
Plano de cimentación cuarto de control eléctrico área ducto	SM-0600-WOR-ST-PLN-00003-S_00-signed.pdf	

M. Comisionamiento

En esta etapa se realizarán las siguientes actividades:

- Verificación de matrices de causa-efecto.
- Pruebas de lazos.
- Elaboración del programa de actividades para la recepción del sistema, el cual deberá ser aprobado por el responsable de la entrega del proyecto y los responsables de las áreas involucradas en el recibo del proyecto.
- Los equipos deberán funcionar acorde a la filosofía de operación considerando los puntos estipulados en el contrato de servicio.
- Previo a las pruebas de comisionamiento, se deberá contar con el certificado de terminación mecánica aprobada de acuerdo con las pautas de la memoria técnica.
- Sistemas de emergencia: fichas técnicas de equipos de emergencia, sistema de paro de emergencia de las instalaciones (pruebas de funcionamiento), sistema de alarmas (visibles, audibles), sistema de detección de gas, detección de fuego, detección de humo, sistema de supresión de fuego, identificación de requisitos técnicos para lavaojos, regaderas, tanques de agua contra incendios, extintores, etc.
- Sistema de protección catódica: memorias de cálculo, ubicaciones de tomas de registro, etc. Ejecución de pruebas SAT de los Equipos y sistemas.

II.3.5 Obras provisionales

Dentro de las primeras actividades durante la etapa de movilización será la habilitación de las instalaciones temporales del proyecto, las cuales deberán brindar las facilidades requeridas tanto por el contratista como para TGSM. Tan pronto como sea entregado y confirmado el terreno para las instalaciones temporales por TGSM, se iniciará la movilización de sus recursos, la construcción de las mencionadas instalaciones y la habilitación de los servicios básicos para operar eficientemente, las cuales contaran con los siguientes servicios:

- Oficinas equipadas con mobiliario para el constructor y TGSM**.**
- Instalaciones de generación y/o suministro de energía.
- Instalaciones de mantenimiento y reparación.
- Almacén de materiales.

- Patio de depósito de material.
- Área para residuos.
- Campamentos para trabajadores.
- Enfermería.
- Caseta de vigilancia y seguridad.
- Comedor.
- Estacionamientos.
- Baños.

Las instalaciones temporales estarán dotadas de las conexiones de energía, agua y comunicaciones que sean necesarias. Se implementará el cercado de áreas para salvaguardar el material y las instalaciones incluidas en el mismo.

Comedores. En las instalaciones temporales, serán instalados comedores, con la capacidad adecuada para los trabajadores del área en cuestión, el cual estará completamente aislado de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental y será reservado únicamente para comer.

El transporte de la comida se hará por medio de vehículos equipadas para este fin y mantenida refrigerada/caliente mediante el uso de equipos para el transporte de comida aislada. Diariamente se llevará a cabo el aseo y recolección y disposición de los residuos que pudieran generarse.

Los comedores estarán provistos de generador eléctrico, refrigerador, utensilios de cocina, mesas, sillas, despachadores de agua, hornos eléctricos, etc. Así como las comodidades necesarias (Climatización).

Servicios de primeros auxilios. Debido a la distancia entre las zonas de trabajo y los hospitales o centros de atención a accidentados, se dispondrá de una ambulancia y médico en cada sitio de trabajo, para la atención de emergencia.

Instalaciones Sanitarias. En los frentes de trabajo e instalaciones temporales se ubicarán baños químicos según la cantidad de personal que trabajará, haciendo distinción entre baños de hombres y mujeres. El suministro de los baños será mediante una empresa que cuente con los permisos y certificaciones necesarias para estos servicios. Dicha empresa será responsable de llevar a cabo los servicios de limpieza, así como el suministro de los consumibles necesarios.

Se emplearán sanitarios móviles en la proporción de 1 sanitario por cada 25 trabajadores, con servicio de limpieza cada 24 horas según los horarios de servicio de limpieza de la empresa que se encargará para este fin.

Oficinas. Se acondicionará una serie de tráileres para que puedan funcionar como oficinas o bien se colocarán estructuras modulares temporales en las áreas de mayor atención y dependiendo del espacio disponible. Estas oficinas de construcción contarán con talleres para el mantenimiento menor de los vehículos, así como de la maquinaria y equipo empleado en el proyecto, instalándose en dichas oficinas materiales impermeables para evitar el derrame e infiltración de lubricantes y combustibles al suelo del parque vehicular.

Bodega. Debido a la naturaleza del proyecto se utilizarán como bodegas, tráileres de apoyo móviles a lo largo del ducto.

Campamentos: Se requerirá 8 campamentos para el personal durante el proyecto, los cuales serán 4 de aproximadamente 5 hectáreas y 4 campamentos de aproximadamente 1 hectárea, su ubicación se indica en la tabla siguiente.

Tabla II.25. Ubicación de los campamentos.

Segmento	Campamento	LOCATION	Área requerida para cada campamento (hectáreas)
1	CAMP 1	Localizado en el área de CS1 (Km119+000)	5
2A	CAMP 2	Localizado en el área de CS2 (KP 278+000)	5
2B	CAMP 3	Localizado en el área cerca de Km 303+000	1
2C	CAMP 4	Localizado en el área cerca de Km 376+000	1
3A	CAMP 5	Localizado en el área cerca de Km 422+000	1
3B	CAMP 6	Localizado en el área de CS3 (Km 473+800)	5
4	CAMP 7	Localizado en el área de CS4 (Km 632+000)	5
4	CAMP 8	Localizado en el área cerca de la planta GNL (800+000)	1

Zonas de almacenamiento al aire libre y áreas de depósito de materiales. Durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, se habilitarán áreas cercanas al trazo del gasoducto para el almacenamiento de tubería y maquinaria; procurando que sean terrenos desocupados, los cuales se solicitarán en renta a los propietarios.

Las áreas de taller de mantención de los equipos serán limpiadas minuciosamente de manera de retirar todos los elementos o residuos que puedan quedar como aceites, filtros, mangueras, etc. Estos residuos serán depositados en los lugares indicados para ello.

Todos los desechos generados de la desmovilización de los equipos serán dispuestos en los lugares que han sido asignados para tal fin. Las áreas quedarán libres de residuos, desechos y materiales inservibles.

Para un adecuado manejo de residuos, se establecerá una gestión integral de los residuos generados por las actividades de construcción y áreas de soporte en el presente proyecto. Se realizará la recolección, clasificación, separación y disposición final de los residuos y desechos de las instalaciones temporales y frentes de trabajo.

Para los residuos sólidos industriales y/o desechos de la construcción se llevará a cabo la recolección, clasificación, separación y disposición los residuos y desechos de todas las áreas y fuentes de trabajo, los cuales serán manejados en contenedores o recipientes según normativas vigentes. Para el manejo y retiro de residuos peligrosos y no peligrosos, se optará por contratar una empresa local especializada y con las acreditaciones y permisos ambientales vigentes para tal fin.

El contratista dentro de sus políticas medioambientales busca minimizar la generación de residuos en base en los siguientes principios:

- **Reducir**: Minimizar el volumen de residuos a través de estrategias, por ejemplo: reemplazar el uso de papel por archivos electrónicos, reducir el uso de productos de una sola utilización como vasos desechables, etc.
- **Reusar**: Toda actividad que permita reaprovechar directamente el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido, con el objeto de que cumpla el mismo fin para el que fue elaborado originalmente.

- **Reciclar**: Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines. Por ejemplo: Reciclaje de papel para producir otros materiales, como cuadernos, tarjetas, etc.

Caminos de acceso. Tanto en la etapa de preparación del sitio, como durante la construcción del gasoducto se prevé utilizar los caminos existentes. Cabe señalar, que no se tiene considerado la construcción de caminos de acceso, sin embargo, en los casos donde no existan estos, se construirán nuevos caminos de acceso para llegar a la franja de afectación del proyecto.

II.3.6 Personal requerido para la etapa de preparación del sitio y construcción

Los turnos de trabajo para la ejecución de las obras en terreno serán los de mayor conveniencia para el éxito del proyecto dentro del marco regulatorio permitido por la ley y las autoridades locales. Una vez movilizado el personal a terreno, se consideran las siguientes alternativas de jornadas de trabajo.

Tabla II.26. Requerimientos de personal para la preparación del sitio y construcción.

Jornada Laboral Considerada	
Personal Directo Local	6x1
Personal Indirecto Local	6x1
Personal Directo Extranjero	6x1
Personal Indirecto Extranjero	6x1

Se prevé todo el personal directo necesario para llevar a cabo la ejecución de las obras del proyecto. Para la ejecución del proyecto, se maximizará el reclutamiento de personal local.

Para la gestión de la construcción se considera la contratación directa y subcontratistas especialista seleccionados bajo un estándar y enfoque común y cumpliendo en todo momento los requerimientos de TGSM. Las principales actividades subcontratadas incluirán:

- Topografía.
- Lidar (de ser necesario).
- Mecánica de suelos y estudios hidráulicos.
- Rescate de flora y fauna.
- Talado de plantas y arbustos (desmonte).
- Voladuras.
- Transporte de tubería.
- Servicio de catering.
- Instalación de fibra óptica .
- Obras civiles para **MLV**s en el sitio para la preparación del sitio, soterramiento, drenaje de aguas pluviales, rack de tuberías, equipos y cimientos de edificios, caminos, pavimentos, aceras, áreas de grava, cercas y paisajismo, entre otras.
- Prefabricación y pintura de estructuras de acero fuera del sitio para **MLV**s.
- Instalación de sistemas eléctricos y de instrumentación para **MLV**s.

- Protección catódica.
- HDD y cruces perforados.
- NDT.
- Pruebas hidrostáticas, calibrado y secado.

La gestión de recursos humanos tiene como objetivo establecer las actividades para el reclutamiento y gestión del equipo de proyecto, lo cual incluye:

- Desarrollar y aplicar técnicas de reclutamiento y selección adecuadas que permitan proveer al proyecto de recursos humanos calificados en el momento oportuno para la ejecución de las tareas en obra.
- Lograr una cultura organizacional idónea para que los profesionales realicen las labores bajo estándares de trabajo comunes.
- Desarrollar programas de capacitación adecuadas para mejorar las competencias del personal, alineadas a las líneas de carrera de personal.
- Lograr un clima organizacional favorable que contribuya con el buen desempeño de los empleados de la empresa.
- Aplicar un proceso de evaluación de desempeño, para identificar y retener al mejor personal.
- Usar metodologías de análisis y recursos tecnológicos para reducir el plazo de reclutamiento de personal.
- El objetivo no sólo es maximizar el porcentaje del personal local empleado para el proyecto, sino mejorar las capacidades de los empleados locales por medio de la implementación y operación de un programa de Certificación de Competencias.

El personal requerido para la preparación del sitio y la construcción del proyecto será de 600 personas aproximadamente, distribuidas de forma permanente y temporal. Con respecto a la etapa de operación, el personal a laborar será de 25 personas.

II.3.7 Maquinaria y equipo para la etapa de preparación del sitio y construcción

Los equipos propuestos para la ejecución del proyecto serán movilizados desde la base operativa del constructor. Algunos equipos, específicamente aquellos utilizados en servicios generales (grúas, camiones, camiones pluma, tolva y transporta tubos).

Respecto de la maquinaria, esta contará con todas las acreditaciones necesarias para operar de manera segura. Los mantenimientos eventuales y/o rutinarios a los que deban ser sometidos, se gestionaran mediante estrategias y técnicas sistemáticas y coordinadas, teniendo como objetivo principal el de asegurar una alta confiabilidad para que puedan cumplir con su misión operativa esperada, minimizando los costos por pérdidas de producción y/o calidad, pero, sobre todo, evitando la ocurrencia de fallas cuyas consecuencias puedan afectar a la seguridad y el medio ambiente.

Los equipos están ligados al proceso constructivo, su permanencia en obra está relacionada directamente a la duración de las actividades según el programa de construcción del proyecto.

El equipo preliminar que se utilizará por cada frente de trabajo en la etapa de construcción y preparación del sitio del ducto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla II.27. Maquinaria y equipo para la preparación del sitio y construcción.

Equipo y maquinaria	Cantidad	Etapa del proyecto	Horas de trabajo diario	Tipo de combustible
Maquinas soldadoras	10	Construcción	6	Diésel
Cargadores frontales	5	Construcción	6	Diésel
Tractor para tendido de tubo	10	Construcción	6	Diésel
Retroexcavadoras	5	Preparación del sitio y construcción	6	Diésel
Camiones con plataforma	8	Construcción	6	Diésel
Camiones	5	Preparación del sitio y construcción	6	Diésel
Tractores remolque	5	Construcción	6	Diésel
Tractores buldózer	5	Construcción	6	Diésel
Trailes para transporte de tubería	10	Construcción	6	Diésel
Camiones para transporte de personal	4	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	6	Diésel
Camionetas pick-up	7	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	6	Diésel/Gasolina
Grúas	5	Preparación del sitio y construcción	6	Diésel

Los frentes de trabajo serán definidos previo al inicio de la construcción. La desmovilización de equipos se efectuará a medida que finalicen las actividades de cada uno de los frentes de trabajo.

II.3.8 Insumos, materiales y sustancias para la etapa de preparación del sitio y construcción

Para los diversos tramos del proyecto se requerirá el empleo de insumos, los cuales se enlistan a continuación:

Combustibles: La logística para la obtención del combustible para la operación de la maquinaria y los equipos empleados en la fase de preparación del sitio y construcción se efectuará mediante la contratación de los servicios de suministro de combustibles a las empresas locales. La carga de combustible a los equipos en terreno se realizará con la ayuda camiones surtidores.

Los combustibles empleados durante el proyecto serán el diésel y gasolina, así como aceites lubricantes. Las motosoldadoras serán las principales consumidoras de diésel ya que consumen aproximadamente 60 l/día, mientras que la gasolina será utilizada en los vehículos automotores utilizados en la construcción.

Se estima que el consumo será aproximadamente de 1,200,000 litros de gasolina y 9,600,000 litros de diésel. Cabe señalar que estas cantidades han sido estimadas, basándose para tal fin en proyectos similares, por lo que podrían variar en el desarrollo del proyecto. Se contará con cantidades suficientes para cubrir las demandas de consumo en almacenes que se ubicarán fuera de las poblaciones en tanques de almacenamiento metálicos adecuados para dicho propósito

Agua: Se requerirá agua cruda en las etapas de preparación del sitio y construcción y agua potable para los trabajadores.

Para la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, se requerirá agua neutra libre de partículas en suspensión, para las pruebas hidrostáticas. El agua para las pruebas podría ser obtenida del mar, previamente desalinizada con concesión por parte de las autoridades competentes, y se transportará por medio de pipas. La cantidad total estimada de agua a emplear para las pruebas hidrostáticas será de aproximadamente 40,000 m3 por cada segmento que se probará de 32 km entre **MLV**´s, pudiéndose reutilizar esta agua para cada segmento posterior.

El agua cruda será utilizada para el control de polvos y la preparación de materiales; el empleo de agua neutra o libre de partículas en suspensión se empleará para la realización de pruebas hidrostáticas. Este tipo de agua se obtendrá, previa concesión de las autoridades competentes, de pozos, o bien de la compra de ésta, la cual será transportada por pipas. Por otro lado, se suministrará agua potable en garrafones de 20 litros para el suministro de los trabajadores. Los garrafones se adquirirán en las comunidades o poblados cercanos al proyecto.

Electricidad: Las jornadas de trabajo durante la etapa de preparación y construcción del proyecto serán durante el día, por lo que no será necesaria la energía eléctrica; en caso de ser requerida para patios de tubería o algún sitio de almacenamiento, se obtendrá de la red de la **CFE** y/o generadores portátiles previa autorización. Durante la etapa de operación, para las estaciones de medición, regulación y compresión, la energía eléctrica se obtendrá a través de los equipos descritos previamente y se tendrá el servicio de la **CFE** como respaldo.

Materiales y sustancias: El proyecto considera la instalación de estructuras provisionales para talleres donde se prepararán y manejarán elementos para instalación, fabricación y almacenamiento de herramientas, materiales, bienes consumibles y provisiones. También se requerirán áreas de depósito abiertas (sin techo) y una bodega adecuada para almacenar materiales que puedan deteriorarse si permanecen a la intemperie.

Durante la etapa de construcción del ducto, serán necesarios los siguientes materiales:

- Tubería en acero al carbón.
- Soldadura.
- Materiales de construcción como grava, cemento, arena y madera.

También se requerirán ciertos materiales peligrosos, los cuales se almacenarán en los patios de maquinaria y tubería.

Materiales que serán requeridos para la construcción del ducto y la estación de compresión.

Tabla II.28. Materiales y substancias.

Materiales
Cilindros de acetileno
Cilindros de oxígeno
Cantidad cilindros de Ar/CO_2 (en caso de que utilice soldadura automática)
Aceite lubricante
Resina y endurecedor epóxico
Pintura

Materiales
Diésel
Gasolina
Gas

II.4 Operación y mantenimiento

II.4.1 Decripción del proceso

El suministro de gas natural será a través del gasoducto Tarahumara Pipeline de Fermaca en la **CS-1** con una capacidad máxima de 845 MMPCSD, del gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") propiedad de Carso Gasoducto Norte, S.A. C.V. en la **CS-4** con una capacidad máxima de operación de 880 MMPCSD, y de la frontera (proveniente de Waha) con un flujo máximo de 2700 MMPCSD; y un requerimiento de presión de entrega en la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad de 7205 kPag (1045 psig).

Tabla II.29. Equipos principales en las estaciones del STGN.

Ítem	Estación	Nombre	Objetivo	Alimentaciones	Equipos principales
1	CS1	Estación Villa Ahumada	Regulación, Medición fiscaly Compresión	Frontera (proveniente de Waha); Gasoducto Tarahumara	Filtros, patín de regulación, patinesde medición, turbocompresores,enfriadores, trampa de envío (portátil) y trampa de recibode diablos(portátil)
2	CS2	Estación Mata Ortiz	Compresión	Estación CS-1	Filtros, turbocompresores,enfriadores, trampa de envío(portátil) y trampa de recibo de diablos(portátil)
3	CS3	Estación Cumpas	Compresión	Estación CS-2	Filtros, turbocompresores,enfriadores, trampa de envío(portátil) ytrampa derecibo de diablos(portátil)
4	CS4	Estación Santa Ana	Regulación, Medición fiscaly Compresión	Estación CS-3 Gasoducto Carso	Filtros, patín de regulación, patín de medición, turbocompresores,enfriadores, trampa derecibo(portátil) y trampa de envío de diablos(fija)
5	EMRyC	Estación Puerto Libertad	Regulación y Medición fiscal	Estación CS-4	Filtros, patín de regulación,patín de mediciónytrampa de recibode diablos(fija)

A. Interconexión

El gas natural se recibe en el punto de interconexión con el gasoducto Tarahumara Pipeline de Fermaca en la **CS-1**; en la interconexión con el gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") en la **CS-4**; y en la interconexión con la frontera (proveniente de Waha). Por lo anterior, se tienen 9 escenarios de operación representativos:

- El escenario 1 se recibe gas natural del ducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") ;
- El escenario 2 recibe gas natural del ducto Tarahumara de Fermaca;
- El escenario 3 tendrá una mezcla de corrientes por medio del nuevo gasoducto de 48";
- En los escenarios 4, 4a, 4b y 5 el suministro de gas natural será a través de la frontera (proveniente de Waha);

- En el escenario 6 se tendrá una mezcla de gas natural entre la frontera (proveniente de Waha) y el ducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") ; y
- En el escenario 7 el suministro será una mezcla de gas natural proveniente de la frontera (Waha), Fermaca y Carso.

Los siete escenarios se datallan en la tabla siguiente.

Tabla II.30. Resumen de condiciones de operación para los escenarios del proyecto.

Escenario	Flujo/presión	Recibo en frontera	CS1	CS2	CS3	CS4	EMRyC Puerto Libertad	Tren de GNL Puerto Libertad
1	MMPCSD	--	--	--	--	889	--	880
	PSIG	--	--	--	--	670	1045	1015
2	MMPCSD	--	850	--	--	--	--	840
	PSIG	--	670	--	--	--	1045	1015
3	MMPCSD	--	850	--	--	889	--	1720
	PSIG	--	670	--	--	670	1045	1015
4	MMPCSD	1958	1948	Por calcular	Por calcular	1928	--	1928
	PSIG	1230	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015
4a	MMPCSD	1952	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1928	--	1928
	PSIG	987	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015
4b	MMPCSD	1945	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1928	--	1928
	PSIG	1357	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015
5	MMPCSD	2711	2693	2677	2657	2640	--	2640
	PSIG	1230	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015
6	MMPCSD	2700	2685	2670	2655	2640	--	2834
	PSIG	1230	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015
7	MMPCSD	1895	1870	2270	2255	2240	--	2640
	PSIG	1230	Por calcular	Por calcular	Por calcular	Por calcular	1045	1015

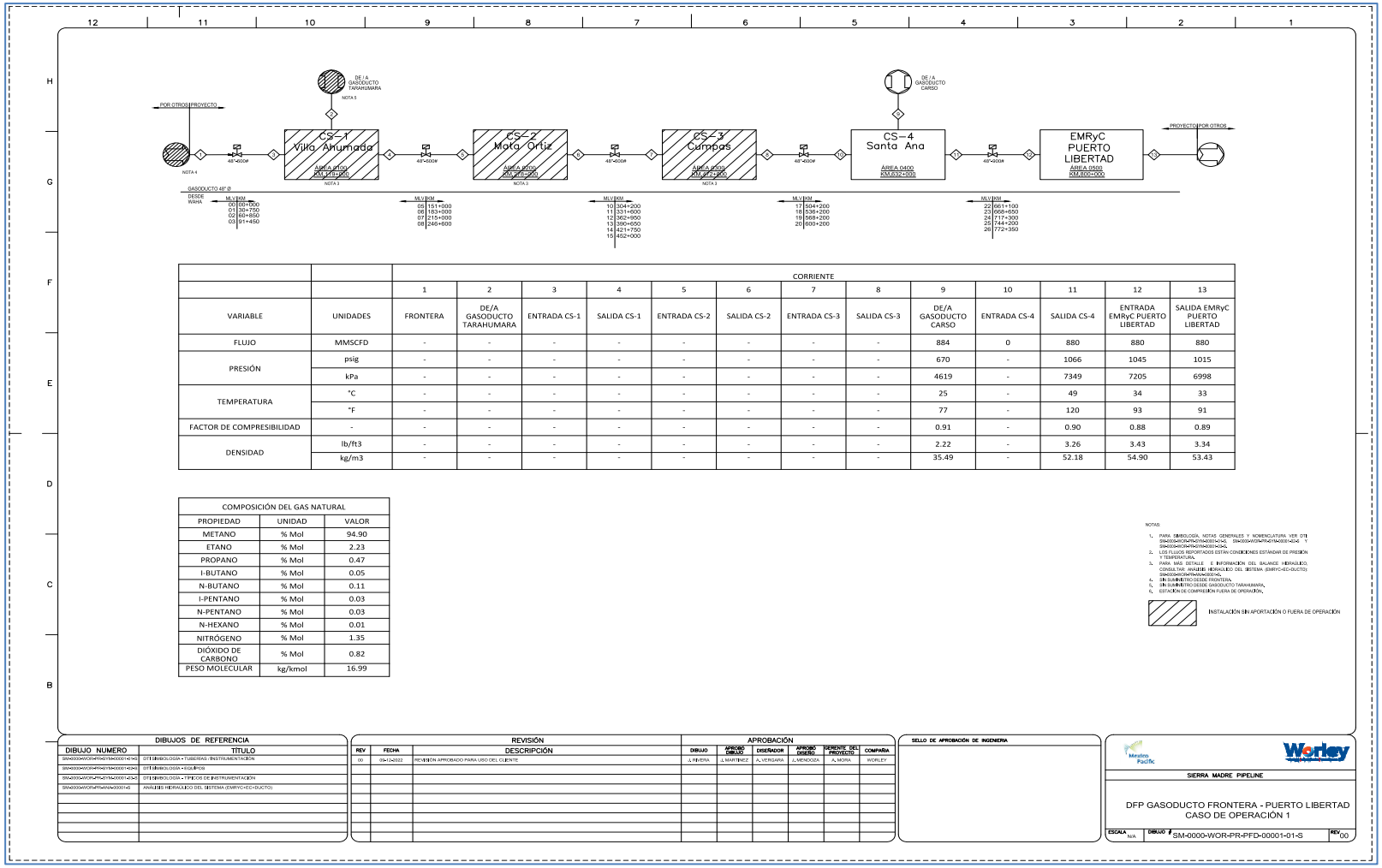
La presión de descarga en cada escenario deberá ser verificada para cumplir con el flujo de entrega en Puerto Libertad de 2,834 MMPCSD. A continuación se muestras los diagramas de flujo de proceso para cada escenario.

Tabla II.31. Diagramas de flujo de 9 escenarios de operación del proyecto.

Nombre	Clave de plano	Anexo
DFP Gasoducto frontera – Puerto Libertad Caso 1	SM-0100-WOR-PR-PFD-00001-S_00.pdf	

Nombre	Clave de plano	Anexo
DFP Gasoducto frontera – Puerto Libertad Caso 2	SM-0100-WOR-PR-PFD-00002-S_00.pdf	**Anexo II.8.** Diagramas de flujo de Proceso escenarios de operación
DFP Gasoducto frontera – Puerto Libertad Caso 3	SM-0100-WOR-PR-PFD-00003-S_00.pdf	
DFP Gasoducto frontera – Puerto Libertad Caso 4	SM-0100-WOR-PR-PFD-00004-S_00.pdf	
DFP Gasoducto frontera – Puerto Libertad Caso 5	SM-0100-WOR-PR-PFD-00005-S_00.pdf	
DFP Gasoducto frontera – Puerto Libertad Caso 6	SM-0100-WOR-PR-PFD-00006-S_00.pdf	
DFP Gasoducto frontera – Puerto Libertad Caso 7	SM-0100-WOR-PR-PFD-00007-S_00.pdf	
DFP Gasoducto frontera – Puerto Libertad Caso 4A	SM-0100-WOR-PR-PFD-00008-S_00.pdf	
DFP Gasoducto frontera – Puerto Libertad Caso 4B	SM-0100-WOR-PR-PFD-00009-S_00.pdf	

Figura II.30. Diagrama de flujo de proceso escenario 1.



		CORRIENTE												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARIABLE	UNIDADES	FRONTERA	DE/A GASODUCTO TARAHUMARA	ENTRADA CS-1	SALIDA CS-1	ENTRADA CS-2	SALIDA CS-2	ENTRADA CS-3	SALIDA CS-3	DE/A GASODUCTO CARSO	ENTRADA CS-4	SALIDA CS-4	ENTRADA EMRyC PUERTO LIBERTAD	SALIDA EMRyC PUERTO LIBERTAD
FLUJO	MMSCFD	-	-	-	-	-	-	-	-	884	0	880	880	880
PRESIÓN	psig	-	-	-	-	-	-	-	-	670	-	1066	1045	1015
	kPa	-	-	-	-	-	-	-	-	4619	-	7349	7205	6998
TEMPERATURA	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	49	34	33
	°F	-	-	-	-	-	-	-	-	77	-	120	93	91
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.91	-	0.90	0.88	0.89
DENSIDAD	lb/ft3	-	-	-	-	-	-	-	-	2.22	-	3.26	3.43	3.34
	kg/m3	-	-	-	-	-	-	-	-	35.49	-	52.18	54.90	53.43

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
METANO	% Mol	94.90
ETANO	% Mol	2.23
PROPANO	% Mol	0.47
I-BUTANO	% Mol	0.05
N-BUTANO	% Mol	0.11
I-PENTANO	% Mol	0.03
N-PENTANO	% Mol	0.03
N-HEXANO	% Mol	0.01
NITRÓGENO	% Mol	1.35
DIÓXIDO DE CARBONO	% Mol	0.82
PESO MOLECULAR	kg/kmol	16.99

NOTAS:
1. PARA SIMBOLOGÍA, NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA VER DTI SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S, SM-0000-WOR-PR-DTI-00002-01-S Y SM-0000-WOR-PR-DTI-00003-01-S.
2. LOS FLUJOS REPORTADOS ESTÁN CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.
3. PARA MÁS DETALLE E INFORMACIÓN DEL BALANCE HIDRÁULICO, CONSULTAR ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC+EC+DUCTO) SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-G.
4. SIN SUMINISTRO DESDE FRONTERA.
5. SIN SUMINISTRO DESDE GASODUCTO TARAHUMARA.
6. ESTACIÓN DE COMPRESIÓN FUERA DE OPERACIÓN.

INSTALACIÓN SIN APORTACIÓN O FUERA DE OPERACIÓN

DIBUJOS DE REFERENCIA

DIBUJO NUMERO	TITULO
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S	DTI SIMBOLOGÍA - TUBERÍAS / INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-DTI-00002-01-S	DTI SIMBOLOGÍA - EQUIPOS
SM-0000-WOR-PR-DTI-00003-01-S	DTI SIMBOLOGÍA - TÍPICOS DE INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-G	ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC+EC+DUCTO)

REVISIÓN

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN
00	05-12-2022	REVISIÓN APROBADO PARA USO DEL CLIENTE

APROBACIÓN

DIBUJO	APROBÓ DIBUJO	DISEÑADOR	APROBÓ DISEÑO	GERENTE DEL PROYECTO	COMPAÑÍA
J. RIVERA	L. MARTÍNEZ	A. VERGARA	J. MENDOZA	A. MORA	WORLEY

SELLO DE APROBACIÓN DE INGENIERÍA

Mexico Pacific

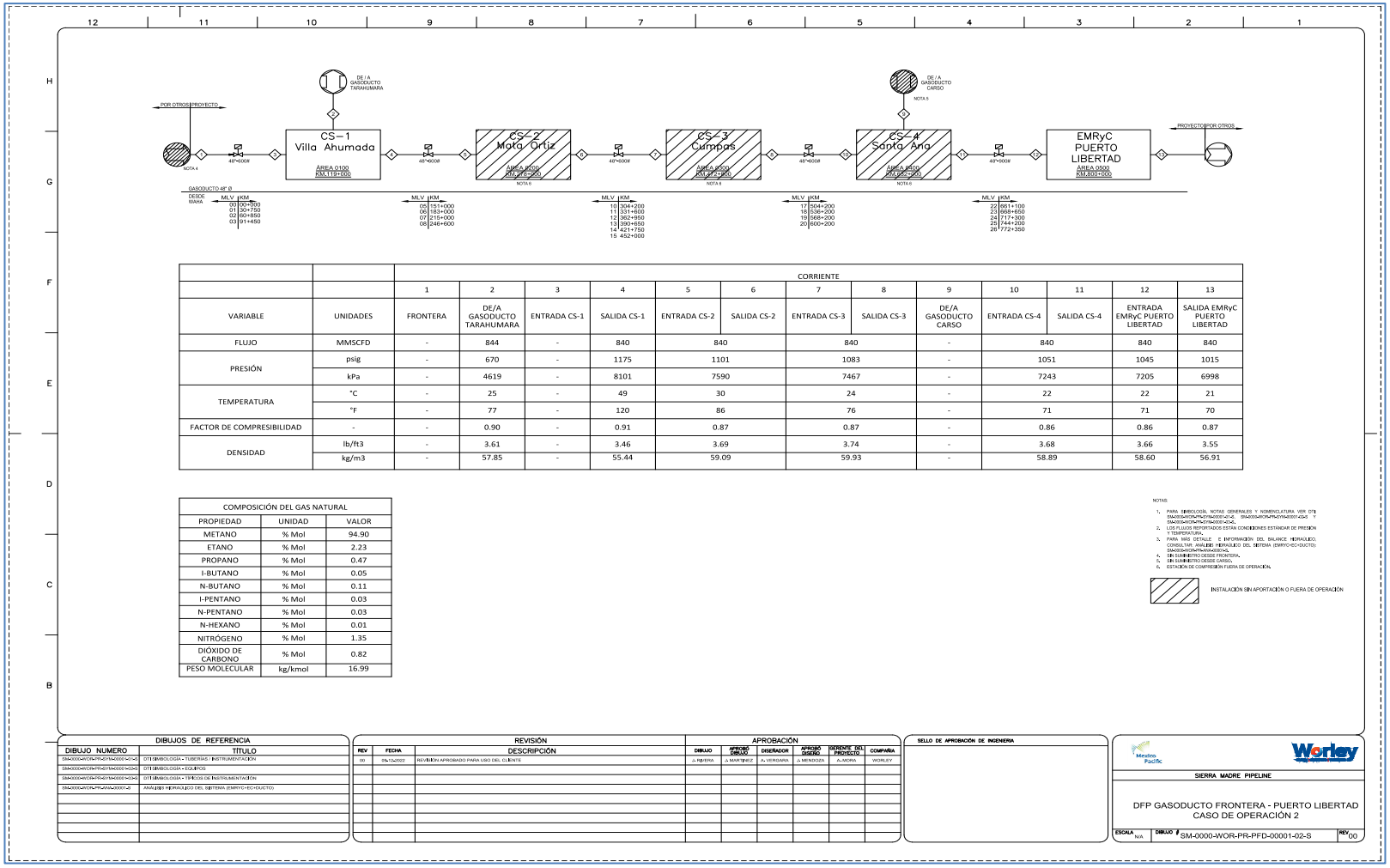
Worley

SIERRA MADRE PIPELINE

DFP GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD
CASO DE OPERACIÓN 1

ESCALA N/A | DIBUJO # SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-01-S | REV 00

Figura II.31. Diagrama de flujo de proceso escenario 2.



		CORRIENTE												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARIABLE	UNIDADES	FRONTERA	DE/A GASODUCTO TARAHUMARA	ENTRADA CS-1	SALIDA CS-1	ENTRADA CS-2	SALIDA CS-2	ENTRADA CS-3	SALIDA CS-3	DE/A GASODUCTO CARSO	ENTRADA CS-4	SALIDA CS-4	ENTRADA EMRyC PUERTO LIBERTAD	SALIDA EMRyC PUERTO LIBERTAD
FLUJO	MMSCFD	-	844	-	840	840		840		-	840		840	840
PRESIÓN	psig	-	670	-	1175	1101		1083		-	1051		1045	1015
	kPa	-	4619	-	8101	7590		7467		-	7243		7205	6998
TEMPERATURA	°C	-	25	-	49	30		24		-	22		22	21
	°F	-	77	-	120	86		76		-	71		71	70
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	-	-	0.90	-	0.91	0.87		0.87		-	0.86		0.86	0.87
DENSIDAD	lb/ft3	-	3.61	-	3.46	3.69		3.74		-	3.68		3.66	3.55
	kg/m3	-	57.85	-	55.44	59.09		59.93		-	58.89		58.60	56.91

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
METANO	% Mol	94.90
ETANO	% Mol	2.23
PROPANO	% Mol	0.47
I-BUTANO	% Mol	0.05
N-BUTANO	% Mol	0.11
I-PENTANO	% Mol	0.03
N-PENTANO	% Mol	0.03
N-HEXANO	% Mol	0.01
NITRÓGENO	% Mol	1.35
DIÓXIDO DE CARBONO	% Mol	0.82
PESO MOLECULAR	kg/kmol	16.99

NOTAS
1. PARA SIMBOLOGÍA, NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA VER DTI SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S, SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-02-S Y SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-03-S.
2. LOS FLUJOS REPORTADOS ESTÁN CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.
3. PARA MÁS DETALLE E INFORMACIÓN DEL BALANCE HIDRAULICO, CONSULTAR ANALISIS HIDRAULICO DEL SISTEMA (EMRYC+ECHOUCTO). SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-01.
4. SIN SUMINISTRO DESDE FRONTERA.
5. SIN SUMINISTRO DESDE CARSO.
6. ESTACIÓN DE COMPRESIÓN FUERA DE OPERACIÓN.

INSTALACIÓN SIN APORTACIÓN O FUERA DE OPERACIÓN

DIBUJOS DE REFERENCIA	
DIBUJO NUMERO	TITULO
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S	DTI SIMBOLOGIA - TUBERIAS / INSTRUMENTACION
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-02-S	DTI SIMBOLOGIA - EQUIPOS
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-03-S	DTI SIMBOLOGIA - TIPICOS DE INSTRUMENTACION
SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-01	ANALISIS HIDRAULICO DEL SISTEMA (EMRYC+ECHOUCTO)

REVISIÓN		
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN
00	09-15-2022	REVISIÓN APROBADO PARA USO DEL CLIENTE

APROBACIÓN					
DIBUJO	APROBÓ DIBUJO	DISEÑADOR	APROBÓ DISEÑO	GERENTE DEL PROYECTO	COMPAÑÍA
A. RIVERA	A. MARTINEZ	A. HERNANDEZ	A. MENDOZA	A. MORA	WORLEY

SELLO DE APROBACIÓN DE INGENIERIA

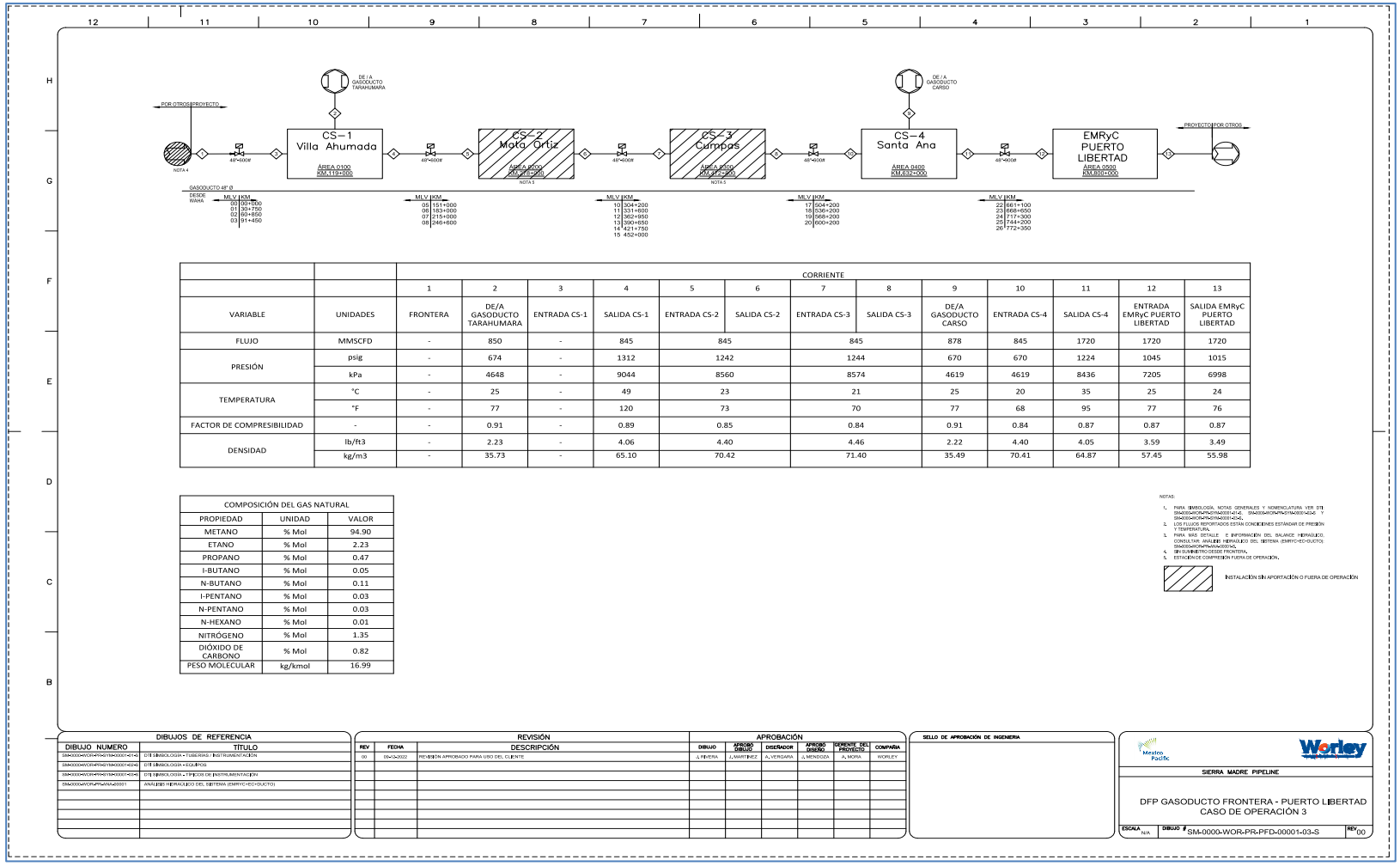
Mexico Pacific | Worley

SIERRA MADRE PIPELINE

DFP GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD
CASO DE OPERACIÓN 2

ESCALA N/A | DIBUJO # SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-02-S | REV 00

Figura II.32. Diagrama de flujo de proceso escenario 3.



		CORRIENTE												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARIABLE	UNIDADES	FRONTERA	DE/A GASODUCTO TARAHUMARA	ENTRADA CS-1	SALIDA CS-1	ENTRADA CS-2	SALIDA CS-2	ENTRADA CS-3	SALIDA CS-3	DE/A GASODUCTO CARSO	ENTRADA CS-4	SALIDA CS-4	ENTRADA EMRyC PUERTO LIBERTAD	SALIDA EMRyC PUERTO LIBERTAD
FLUJO	MMSCFD	-	850	-	845	845		845		878	845	1720	1720	1720
PRESIÓN	psig	-	674	-	1312	1242		1244		670	670	1224	1045	1015
	kPa	-	4648	-	9044	8560		8574		4619	4619	8436	7205	6998
TEMPERATURA	°C	-	25	-	49	23		21		25	20	35	25	24
	°F	-	77	-	120	73		70		77	68	95	77	76
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	-	-	0.91	-	0.89	0.85		0.84		0.91	0.84	0.87	0.87	0.87
DENSIDAD	lb/ft3	-	2.23	-	4.06	4.40		4.46		2.22	4.40	4.05	3.59	3.49
	kg/m3	-	35.73	-	65.10	70.42		71.40		35.49	70.41	64.87	57.45	55.98

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
METANO	% Mol	94.90
ETANO	% Mol	2.23
PROPANO	% Mol	0.47
I-BUTANO	% Mol	0.05
N-BUTANO	% Mol	0.11
I-PENTANO	% Mol	0.03
N-PENTANO	% Mol	0.03
N-HEXANO	% Mol	0.01
NITRÓGENO	% Mol	1.35
DIÓXIDO DE CARBONO	% Mol	0.82
PESO MOLECULAR	kg/kmol	16.99

NOTAS:
1. PARA SIMBOLOGÍA, NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA VER DTI SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S, SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-02-S Y SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-03-S.
2. LOS FLUJOS REPORTADOS ESTÁN CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.
3. PARA MÁS DETALLE E INFORMACIÓN DEL BALANCE HIDRÁULICO, CONSULTAR ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC+DUCTOS SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-S).
4. SIN SUMINISTRO DESDE FRONTERA.
5. ESTACIÓN DE COMPRESIÓN FUERA DE OPERACIÓN.

INSTALACIÓN SIN APORTACIÓN O FUERA DE OPERACIÓN

DIBUJOS DE REFERENCIA

DIBUJO NUMERO	TITULO
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S	DTI SIMBOLOGIA - TUBERIAS / INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-02-S	DTI SIMBOLOGIA - EQUIPOS
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-03-S	DTI SIMBOLOGIA - TIPICOS DE INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-ANA-00001	ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC+DUCTOS)

REVISIÓN			APROBACIÓN					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	APROBO DIBUJO	DISEÑADOR	APROBO DISEÑO	GERENTE DEL PROYECTO	COMPAÑIA
00	05-13-2022	REVISIÓN APROBADO PARA USO DEL CLIENTE	L. RIVERA	L. MARTINEZ	A. VERGARA	A. MENDOZA	A. MORA	WORLEY

SELLO DE APROBACIÓN DE INGENIERIA

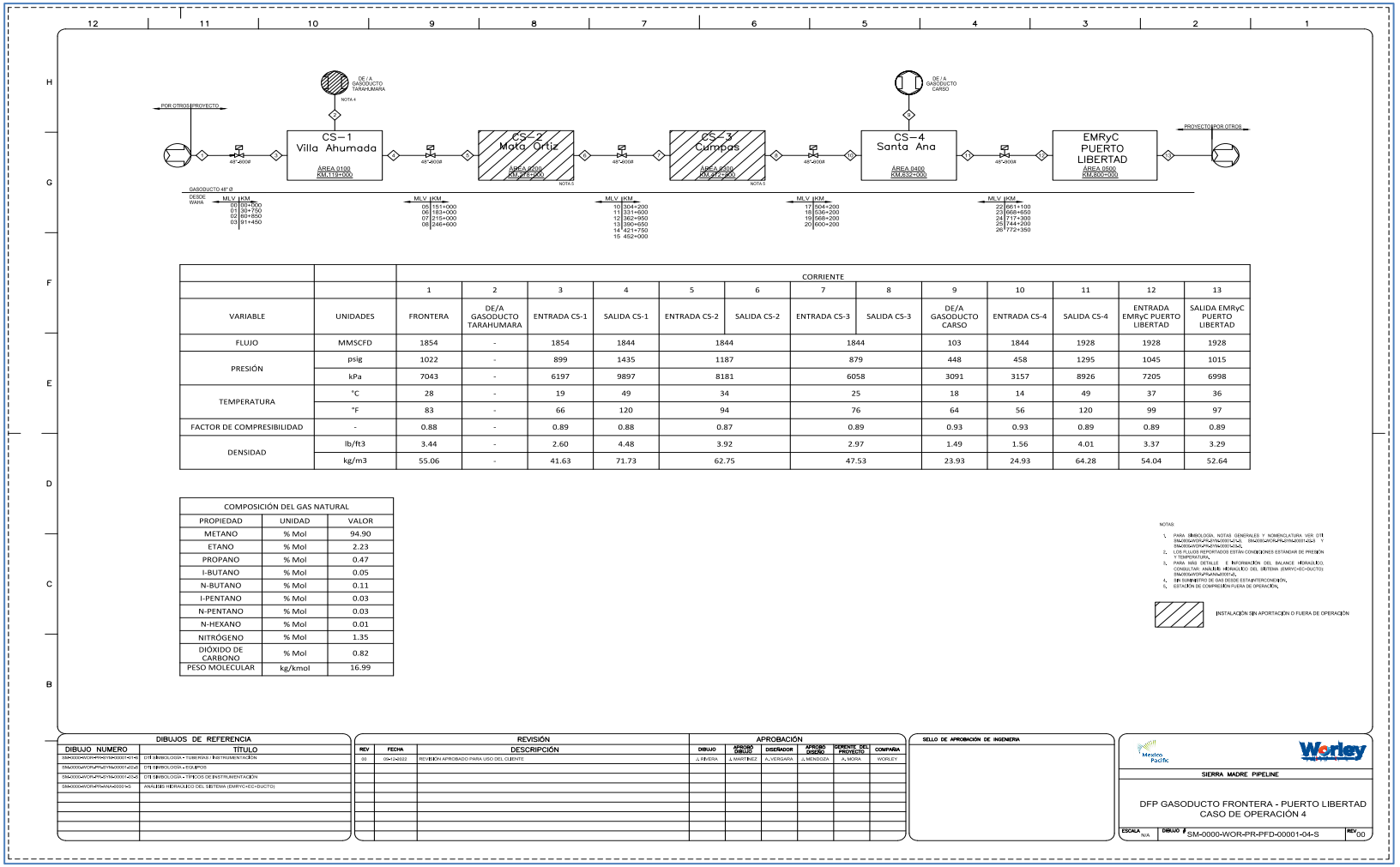
Mexico Pacific | Worley

SIERRA MADRE PIPELINE

DFP GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD
CASO DE OPERACIÓN 3

ESCALA N/A | DIBUJO # SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-03-S | REV 00

Figura II.33. Diagrama de flujo de proceso escenario 4.



		CORRIENTE												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARIABLE	UNIDADES	FRONTERA	DE/A GASODUCTO TARAHUMARA	ENTRADA CS-1	SALIDA CS-1	ENTRADA CS-2	SALIDA CS-2	ENTRADA CS-3	SALIDA CS-3	DE/A GASODUCTO CARSO	ENTRADA CS-4	SALIDA CS-4	ENTRADA EMRyC PUERTO LIBERTAD	SALIDA EMRyC PUERTO LIBERTAD
FLUJO	MMSCFD	1854	-	1854	1844	1844		1844		103	1844	1928	1928	1928
PRESIÓN	psig	1022	-	899	1435	1187		879		448	458	1295	1045	1015
	kPa	7043	-	6197	9897	8181		6058		3091	3157	8926	7205	6998
TEMPERATURA	°C	28	-	19	49	34		25		18	14	49	37	36
	°F	83	-	66	120	94		76		64	56	120	99	97
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	-	0.88	-	0.89	0.88	0.87		0.89		0.93	0.93	0.89	0.89	0.89
DENSIDAD	lb/ft3	3.44	-	2.60	4.48	3.92		2.97		1.49	1.56	4.01	3.37	3.29
	kg/m3	55.06	-	41.63	71.73	62.75		47.53		23.93	24.93	64.28	54.04	52.64

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
METANO	% Mol	94.90
ETANO	% Mol	2.23
PROPANO	% Mol	0.47
I-BUTANO	% Mol	0.05
N-BUTANO	% Mol	0.11
I-PENTANO	% Mol	0.03
N-PENTANO	% Mol	0.03
N-HEXANO	% Mol	0.01
NITRÓGENO	% Mol	1.35
DIÓXIDO DE CARBONO	% Mol	0.82
PESO MOLECULAR	kg/kmol	16.99

NOTAS
1. PARA SIMBOLOGÍA, NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA, VER DTI SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S, SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-02-S Y SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-S.
2. LOS FLUJOS REPORTADOS ESTÁN CONDICIONES ESTANDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.
3. PARA MÁS DETALLE E INFORMACIÓN DEL BALANCE HIDRÁULICO, CONSULTAR ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC+DEC+DUCTO) SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-S.
4. SIN SUMINISTRO DE GAS DESDE ESTA INTERCONEXIÓN.
5. ESTACIÓN DE COMPRESIÓN FUERA DE OPERACIÓN.

INSTALACIÓN SIN APORTACIÓN O FUERA DE OPERACIÓN

DIBUJOS DE REFERENCIA	
DIBUJO NUMERO	TITULO
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S	DTI SIMBOLOGÍA - TUBERÍAS / INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-02-S	DTI SIMBOLOGÍA - EQUIPOS
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-03-S	DTI SIMBOLOGÍA - TÍPICOS DE INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-ANA-0000-S	ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC+DEC+DUCTO)

REVISIÓN			APROBACIÓN					
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	APROBÓ DIBUJO	DISEÑADOR	APROBÓ DISEÑO	GERENTE DEL PROYECTO	COMPAÑÍA
00	09-12-2022	REVISIÓN APROBADO PARA USO DEL CLIENTE	A. RIVERA	J. MARTÍNEZ	A. VERGARA	A. MENDOZA	A. MORA	WORLEY

SELLO DE APROBACIÓN DE INGENIERÍA

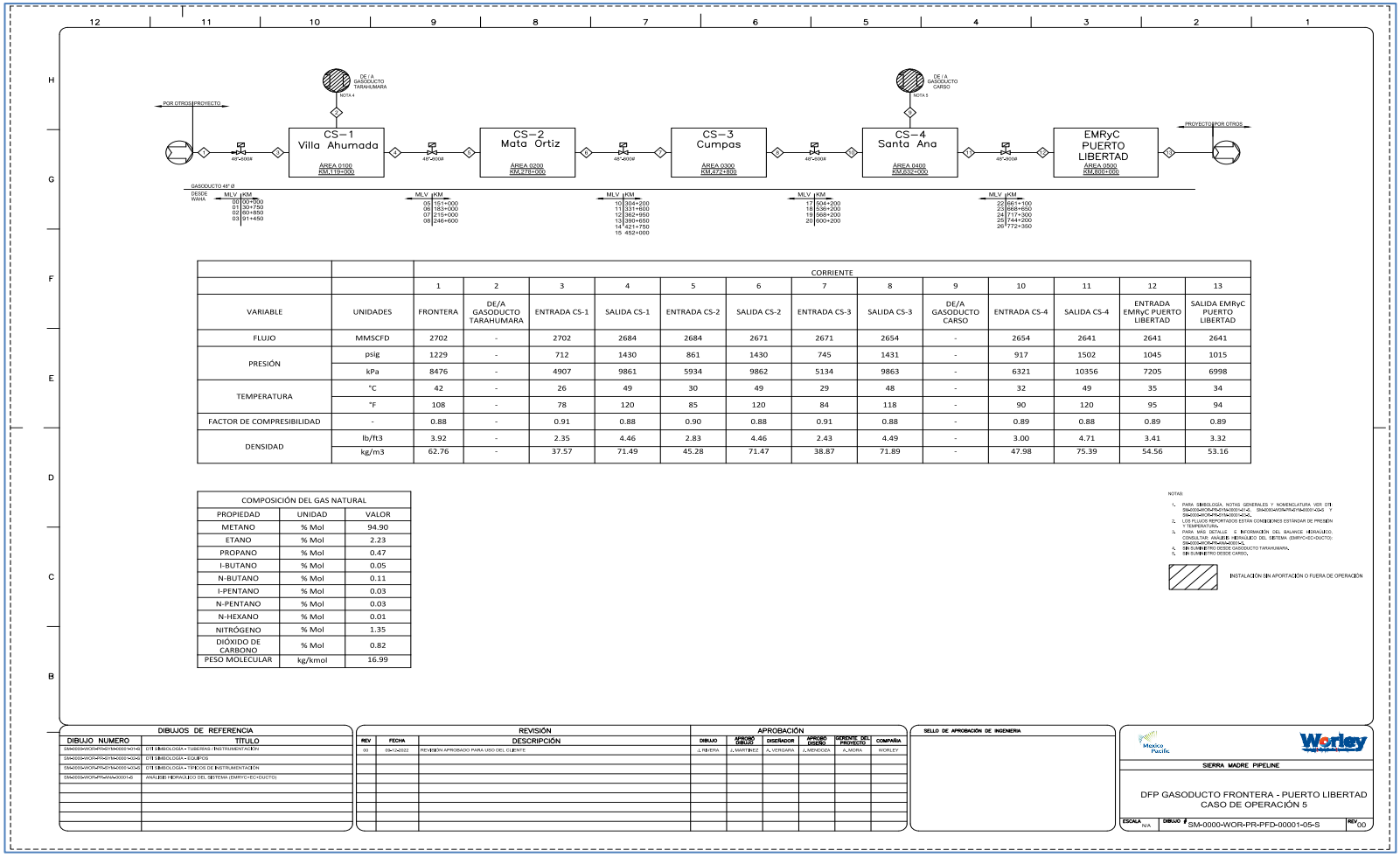
Mexico Pacific | Worley

SIERRA MADRE PIPELINE

DFP GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD
CASO DE OPERACIÓN 4

ESCALA N/A | DIBUJO # SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-04-S | REV 00

Figura II.34. Diagrama de flujo de proceso escenario 5.



		CORRIENTE												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARIABLE	UNIDADES	FRONTERA	DE/A GASODUCTO TARAHUMARA	ENTRADA CS-1	SALIDA CS-1	ENTRADA CS-2	SALIDA CS-2	ENTRADA CS-3	SALIDA CS-3	DE/A GASODUCTO CARSO	ENTRADA CS-4	SALIDA CS-4	ENTRADA EMRyC PUERTO LIBERTAD	SALIDA EMRyC PUERTO LIBERTAD
FLUJO	MMSCFD	2702	-	2702	2684	2684	2671	2671	2654	-	2654	2641	2641	2641
PRESIÓN	psig	1229	-	712	1430	861	1430	745	1431	-	917	1502	1045	1015
	kPa	8476	-	4907	9861	5934	9862	5134	9863	-	6321	10356	7205	6998
TEMPERATURA	°C	42	-	26	49	30	49	29	48	-	32	49	35	34
	°F	108	-	78	120	85	120	84	118	-	90	120	95	94
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	-	0.88	-	0.91	0.88	0.90	0.88	0.91	0.88	-	0.89	0.88	0.89	0.89
DENSIDAD	lb/ft3	3.92	-	2.35	4.46	2.83	4.46	2.43	4.49	-	3.00	4.71	3.41	3.32
	kg/m3	62.76	-	37.57	71.49	45.28	71.47	38.87	71.89	-	47.98	75.39	54.56	53.16

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
METANO	% Mol	94.90
ETANO	% Mol	2.23
PROPANO	% Mol	0.47
I-BUTANO	% Mol	0.05
N-BUTANO	% Mol	0.11
I-PENTANO	% Mol	0.03
N-PENTANO	% Mol	0.03
N-HEXANO	% Mol	0.01
NITRÓGENO	% Mol	1.35
DIÓXIDO DE CARBONO	% Mol	0.82
PESO MOLECULAR	kg/kmol	16.99

NOTAS:
1. PARA SIMBOLOGÍA, NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA VER DTI SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S, SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-03-S Y SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-05-S.
2. LOS FLUJOS REPORTADOS ESTÁN CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.
3. PARA MÁS DETALLE E INFORMACIÓN DEL BALANCE HIDRÁULICO, CONSULTAR: ANALISIS HIDRAÚLICO DEL SISTEMA (EMRYC+DC+DUCTO): SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-A.
4. SIN SUMINISTRO DESDE GASODUCTO TARAHUMARA.
5. SIN SUMINISTRO DESDE CARSO.

INSTALACIÓN SIN APORTACIÓN O FUERA DE OPERACIÓN

DIBUJOS DE REFERENCIA	
DIBUJO NUMERO	TITULO
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S	DTI SIMBOLOGIA - TUBERIAS / INSTRUMENTACION
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-02-S	DTI SIMBOLOGIA - EQUIPOS
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-03-S	DTI SIMBOLOGIA - TIPICOS DE INSTRUMENTACION
SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-A	ANALISIS HIDRAULICO DEL SISTEMA (EMRYC+DC+DUCTO)

REVISIÓN			APROBACIÓN				
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	APROBO CABLEO	DISEÑADOR	APROBO DISEÑO	GERENTE DEL PROYECTO	COMPAÑIA
00	09-12-2022	REVISIÓN APROBADO PARA USO DEL CLIENTE	J. RIVERA	J. MARTINEZ	A. VERGARA	J. MENDOZA	A. MORA	WORLEY

SELLO DE APROBACIÓN DE INGENIERIA

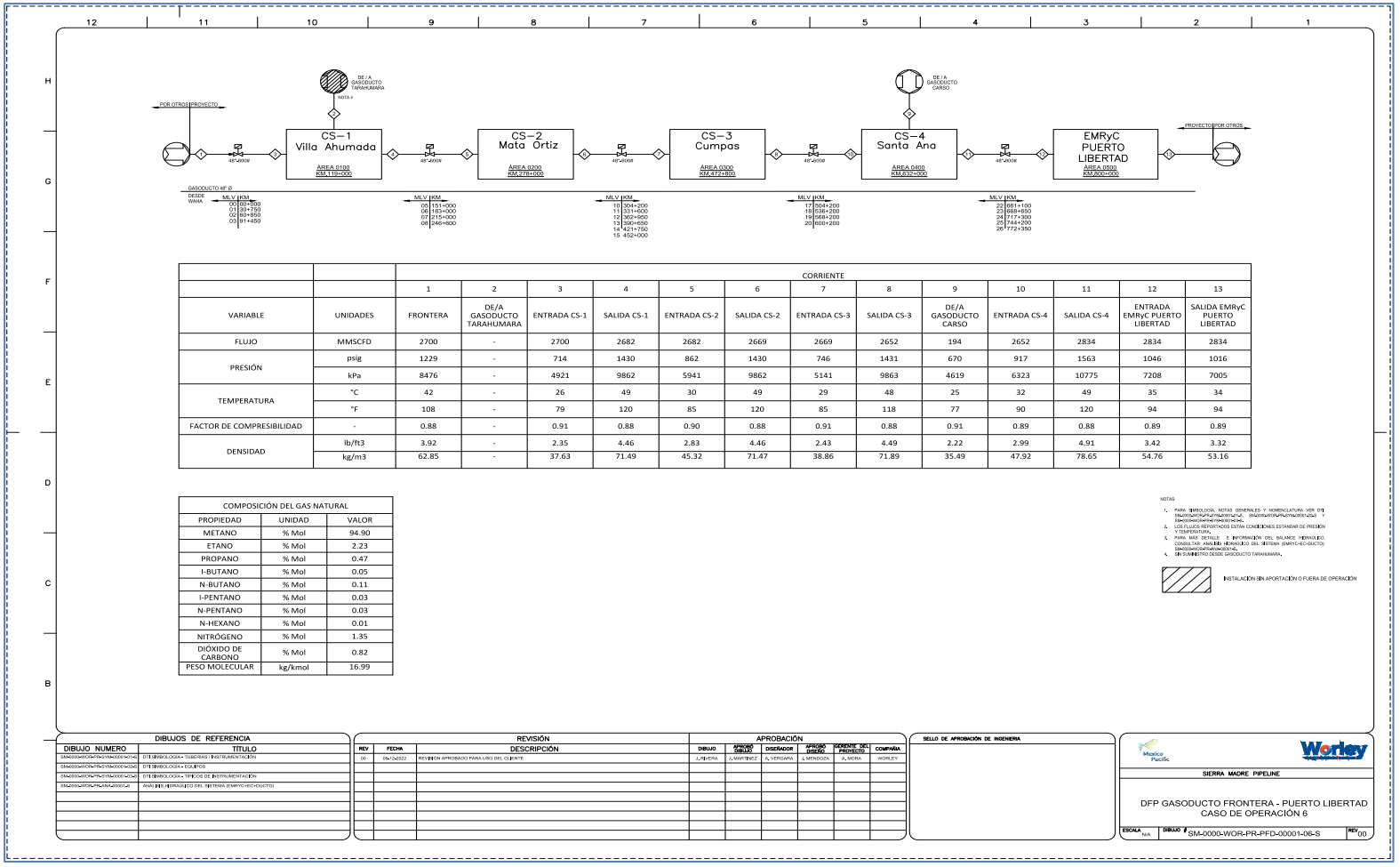
México Pacific | Worley

SIERRA MADRE PIPELINE

DFP GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD
CASO DE OPERACIÓN 5

ESCALA	DIBUJO #	REV.
N/A	SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-05-S	00

Figura II.35. Diagrama de flujo de proceso escenario 6.



		CORRIENTE												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARIABLE	UNIDADES	FRONTERA	DE/A GASODUCTO TARAHUMARA	ENTRADA CS-1	SALIDA CS-1	ENTRADA CS-2	SALIDA CS-2	ENTRADA CS-3	SALIDA CS-3	DE/A GASODUCTO CARSO	ENTRADA CS-4	SALIDA CS-4	ENTRADA EMRyC PUERTO LIBERTAD	SALIDA EMRyC PUERTO LIBERTAD
FLUJO	MMSCFD	2700	-	2700	2682	2682	2669	2669	2652	194	2652	2834	2834	2834
PRESIÓN	psig	1229	-	714	1430	862	1430	746	1431	670	917	1563	1046	1016
	kPa	8476	-	4921	9862	5941	9862	5141	9863	4619	6323	10775	7208	7005
TEMPERATURA	°C	42	-	26	49	30	49	29	48	25	32	49	35	34
	°F	108	-	79	120	85	120	85	118	77	90	120	94	94
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	-	0.88	-	0.91	0.88	0.90	0.88	0.91	0.88	0.91	0.89	0.88	0.89	0.89
DENSIDAD	lb/ft3	3.92	-	2.35	4.46	2.83	4.46	2.43	4.49	2.22	2.99	4.91	3.42	3.32
	kg/m3	62.85	-	37.63	71.49	45.32	71.47	38.86	71.89	35.49	47.92	78.65	54.76	53.16

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
METANO	% Mol	94.90
ETANO	% Mol	2.23
PROPANO	% Mol	0.47
I-BUTANO	% Mol	0.05
N-BUTANO	% Mol	0.11
I-PENTANO	% Mol	0.03
N-PENTANO	% Mol	0.03
N-HEXANO	% Mol	0.01
NITRÓGENO	% Mol	1.35
DIÓXIDO DE CARBONO	% Mol	0.82
PESO MOLECULAR	kg/kmol	16.99

NOTAS:
1. PARA SIMBOLOGÍA, NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA VER DTI SM-0000-WOR-PR-SYM-00001-01-S
2. LOS FLUJOS REPORTADOS ESTÁN CONDICIONES ESTANDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.
3. PARA MÁS DETALLE E INFORMACIÓN DEL BALANCE HIDRAULICO, CONSULTAR: ANALISIS HIDRAULICO DEL SISTEMA (EMRYC+DUCTO): SM-0000-WOR-PR-ANL-00001-A1.
4. SIN SUMINISTRO DESDE GASODUCTO TARAHUMARA.

INSTALACIÓN SIN APORTACIÓN O FUERA DE OPERACIÓN

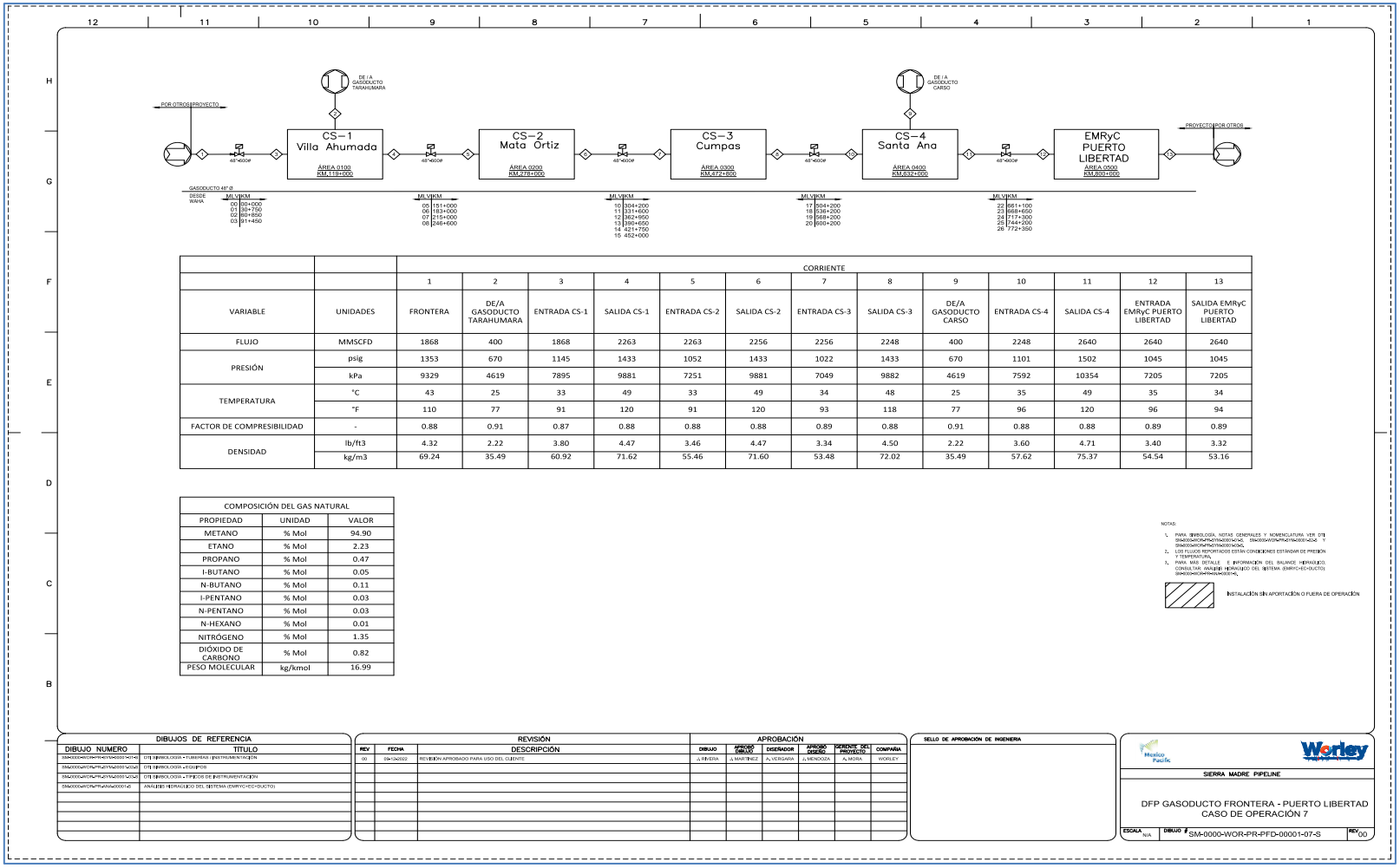
DIBUJOS DE REFERENCIA	
DIBUJO NUMERO	TÍTULO
SM-0000-WOR-PR-SYM-00001-01-S	DTI SIMBOLOGIA • TUBERIAS / INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-SYM-00001-02-S	DTI SIMBOLOGIA • EQUIPOS
SM-0000-WOR-PR-SYM-00001-03-S	DTI SIMBOLOGIA • TIPICOS DE INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-ANL-00001-A1	ANALISIS HIDRAULICO DEL SISTEMA (EMRYC+DUCTO)

REVISIÓN			APROBACIÓN				
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJO	APROBÓ CIBULAS	DISEÑADOR	APROBÓ DISEÑO	GERENTE DEL PROYECTO	COMPAÑIA
00	05-12-2022	REVISION APROBADO PARA USO DEL CLIENTE	J. RIVERA	J. MARTINEZ	A. VERGARA	J. MENDOZA	A. MORA	WORLEY

SELLO DE APROBACIÓN DE INGENIERIA

Worley
SIERRA MADRE PIPELINE
DFP GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD
CASO DE OPERACIÓN 6
ESCALA N/A | DIBUJO # SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-05-S | REV. 00

Figura II.36. Diagrama de flujo de proceso escenario 7.



		CORRIENTE												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARIABLE	UNIDADES	FRONTERA	DE/A GASODUCTO TARAHUMARA	ENTRADA CS-1	SALIDA CS-1	ENTRADA CS-2	SALIDA CS-2	ENTRADA CS-3	SALIDA CS-3	DE/A GASODUCTO CARSO	ENTRADA CS-4	SALIDA CS-4	ENTRADA EMRyC PUERTO LIBERTAD	SALIDA EMRyC PUERTO LIBERTAD
FLUJO	MMSCFD	1868	400	1868	2263	2263	2256	2256	2248	400	2248	2640	2640	2640
PRESIÓN	psig	1353	670	1145	1433	1052	1433	1022	1433	670	1101	1502	1045	1045
	kPa	9329	4619	7895	9881	7251	9881	7049	9882	4619	7592	10354	7205	7205
TEMPERATURA	°C	43	25	33	49	33	49	34	48	25	35	49	35	34
	°F	110	77	91	120	91	120	93	118	77	96	120	96	94
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	-	0.88	0.91	0.87	0.88	0.88	0.88	0.89	0.88	0.91	0.88	0.88	0.89	0.89
DENSIDAD	lb/ft3	4.32	2.22	3.80	4.47	3.46	4.47	3.34	4.50	2.22	3.60	4.71	3.40	3.32
	kg/m3	69.24	35.49	60.92	71.62	55.46	71.60	53.48	72.02	35.49	57.62	75.37	54.54	53.16

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
METANO	% Mol	94.90
ETANO	% Mol	2.23
PROPANO	% Mol	0.47
I-BUTANO	% Mol	0.05
N-BUTANO	% Mol	0.11
I-PENTANO	% Mol	0.03
N-PENTANO	% Mol	0.03
N-HEXANO	% Mol	0.01
NITRÓGENO	% Mol	1.35
DIÓXIDO DE CARBONO	% Mol	0.82
PESO MOLECULAR	kg/kmol	16.99

NOTAS:
1. PARA SIMBOLOGÍA, NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA VER DTI SM-0000-WOR-PR-DYA-00001-07-S1, SM-0000-WOR-PR-DTA-00001-07-S1 Y SM-0000-WOR-PR-DTA-00002-07-S1.
2. LOS FLUJOS REPORTADOS ESTÁN CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.
3. PARA MÁS DETALLE E INFORMACIÓN DEL BALANCE HERMÁULICO, CONSULTAR ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC+EC+DUCTO) SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-S.

INSTALACIÓN SIN APORTACIÓN O FUERA DE OPERACIÓN

DIBUJOS DE REFERENCIA

DIBUJO NUMERO	TITULO
SM-0000-WOR-PR-DYA-00001-07-S1	DTI SIMBOLOGÍA - TUBERÍAS / INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-DYA-00002-07-S1	DTI SIMBOLOGÍA - EQUIPOS
SM-0000-WOR-PR-DYA-00003-07-S1	DTI SIMBOLOGÍA - TIPICOS DE INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-S	ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC+EC+DUCTO)

REVISIÓN

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN
00	09-12-2022	REVISIÓN APROBADO PARA USO DEL CLIENTE

APROBACIÓN

DIBUJO	APROBO DIBUJO	DISEÑADOR	APROBO DISEÑO	GERENTE DEL PROYECTO	COMPAÑIA
A. RIVERA	A. MARTINEZ	A. VERGARA	A. MENDOZA	A. MORA	WORLEY

SELLO DE APROBACIÓN DE INGENIERIA

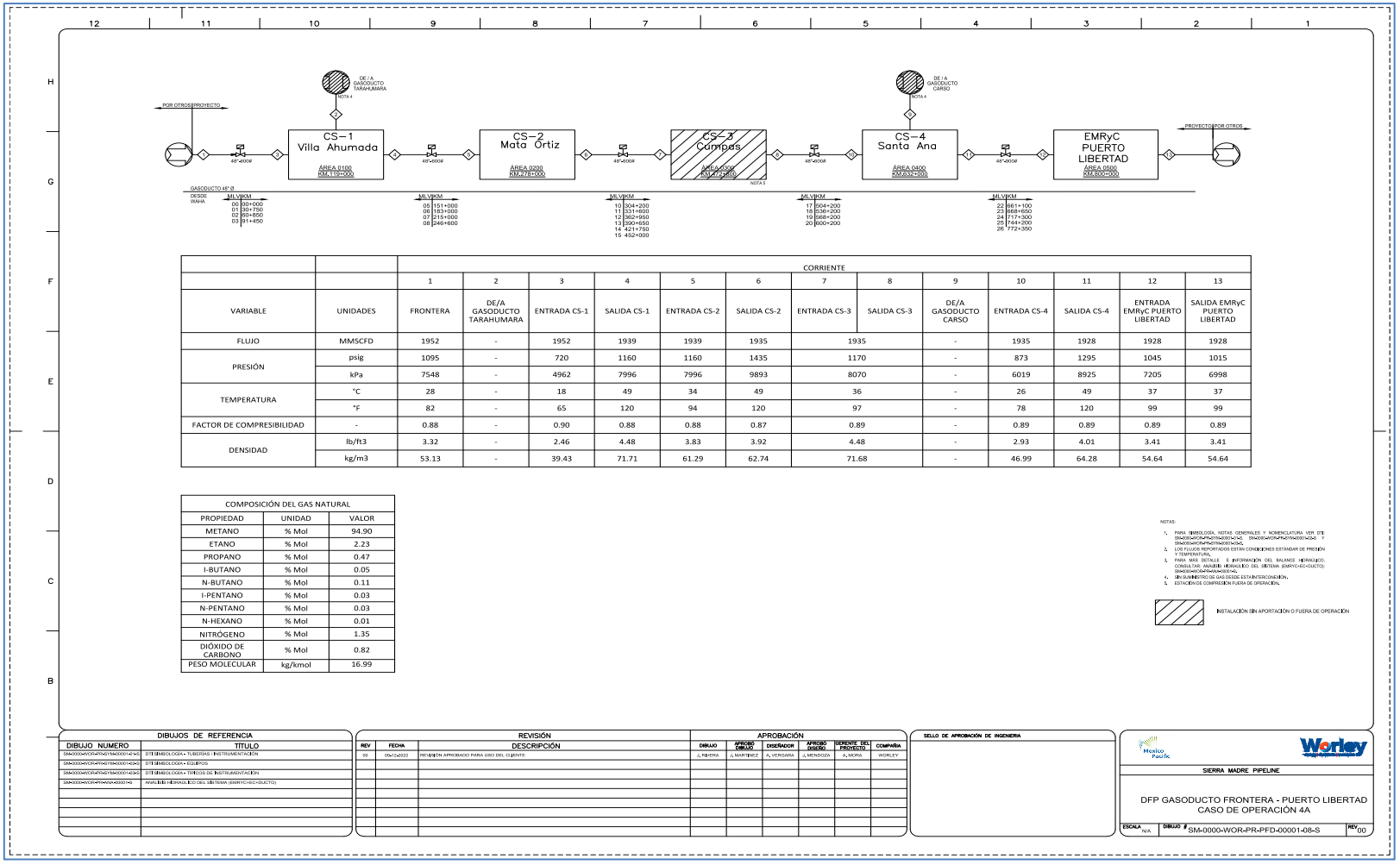
Mexico Pacific
Worley

SIERRA MADRE PIPELINE

DFP GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD
CASO DE OPERACIÓN 7

ESCALA N/A | DIBUJO # SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-07-S | REV 00

Figura II.37. Diagrama de flujo de proceso escenario 8.



		CORRIENTE												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARIABLE	UNIDADES	FRONTERA	DE/A GASODUCTO TARAHUMARA	ENTRADA CS-1	SALIDA CS-1	ENTRADA CS-2	SALIDA CS-2	ENTRADA CS-3	SALIDA CS-3	DE/A GASODUCTO CARSO	ENTRADA CS-4	SALIDA CS-4	ENTRADA EMRyC PUERTO LIBERTAD	SALIDA EMRyC PUERTO LIBERTAD
FLUJO	MMSCFD	1952	-	1952	1939	1939	1935	1935		-	1935	1928	1928	1928
PRESIÓN	psig	1095	-	720	1160	1160	1435	1170		-	873	1295	1045	1015
	kPa	7548	-	4962	7996	7996	9893	8070		-	6019	8925	7205	6998
TEMPERATURA	°C	28	-	18	49	34	49	36		-	26	49	37	37
	°F	82	-	65	120	94	120	97		-	78	120	99	99
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	-	0.88	-	0.90	0.88	0.88	0.87	0.89		-	0.89	0.89	0.89	0.89
DENSIDAD	lb/ft3	3.32	-	2.46	4.48	3.83	3.92	4.48		-	2.93	4.01	3.41	3.41
	kg/m3	53.13	-	39.43	71.71	61.29	62.74	71.68		-	46.99	64.28	54.64	54.64

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
METANO	% Mol	94.90
ETANO	% Mol	2.23
PROPANO	% Mol	0.47
I-BUTANO	% Mol	0.05
N-BUTANO	% Mol	0.11
I-PENTANO	% Mol	0.03
N-PENTANO	% Mol	0.03
N-HEXANO	% Mol	0.01
NITRÓGENO	% Mol	1.35
DIÓXIDO DE CARBONO	% Mol	0.82
PESO MOLECULAR	kg/kmol	16.99

NOTAS:

1. PARA SIMBOLOGÍA, NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA VER DTI SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S, SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-02-S Y SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-03-S.
2. LOS FLUJOS REPORTADOS ESTÁN CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.
3. PARA MÁS DETALLE E INFORMACIÓN DEL BALANCE HIDRÁULICO, CONSULTAR: ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC+EC+DUCTO): SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-S.
4. SIN SUMINISTRO DE GAS DESDE ESTA INTERCONEXIÓN.
5. ESTACIÓN DE COMPRESIÓN FUERA DE OPERACIÓN.

INSTALACIÓN SIN APORTACIÓN O FUERA DE OPERACIÓN

DIBUJOS DE REFERENCIA

DIBUJO NUMERO	TÍTULO
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-01-S	DTI SIMBOLOGÍA - TUBERÍAS / INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-02-S	DTI SIMBOLOGÍA - EQUIPOS
SM-0000-WOR-PR-DTI-00001-03-S	DTI SIMBOLOGÍA - TIPICOS DE INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-ANA-00001-S	ANALISIS HIDRAULICO DEL SISTEMA (EMRYC+EC+DUCTO)

REVISIÓN

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN
00	05-12-2022	REVISIÓN APROBADO PARA USO DEL CLIENTE

APROBACIÓN

DIBUJO	APROBÓ DIBUJO	DISEÑADOR	APROBÓ DISEÑO	GERENTE DEL PROYECTO	COMPAÑIA
A. RIVERA	A. MARTINEZ	A. VERGARA	A. MENDOZA	A. MORA	WORLEY

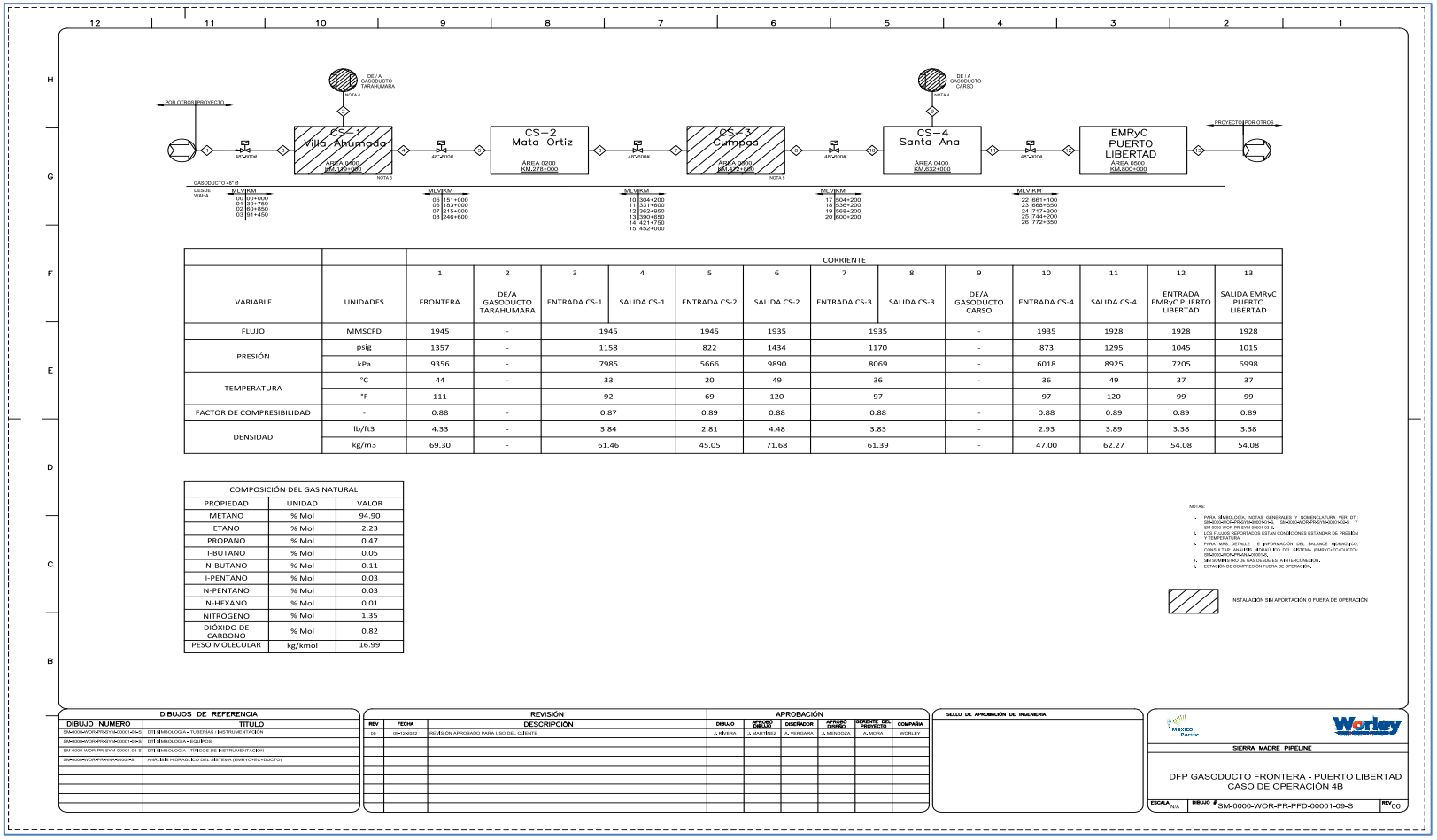
SELLO DE APROBACIÓN DE INGENIERIA

SIERRA MADRE PIPELINE

DFP GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD
CASO DE OPERACIÓN 4A

ESCALA N/A | DIBUJO # SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-08-S | REV. 00

Figura II.38. Diagrama de flujo de proceso escenario 9.



		CORRIENTE												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARIABLE	UNIDADES	FRONTERA	DE/A GASODUCTO TARAHUMARA	ENTRADA CS-1	SALIDA CS-1	ENTRADA CS-2	SALIDA CS-2	ENTRADA CS-3	SALIDA CS-3	DE/A GASODUCTO CARSO	ENTRADA CS-4	SALIDA CS-4	ENTRADA EMRyC PUERTO LIBERTAD	SALIDA EMRyC PUERTO LIBERTAD
FLUJO	MMSCFD	1945	-	1945		1945	1935	1935		-	1935	1928	1928	1928
PRESIÓN	psig	1357	-	1158		822	1434	1170		-	873	1295	1045	1015
	kPa	9356	-	7985		5666	9890	8069		-	6018	8925	7205	6998
TEMPERATURA	°C	44	-	33		20	49	36		-	36	49	37	37
	°F	111	-	92		69	120	97		-	97	120	99	99
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD	-	0.88	-	0.87		0.89	0.88	0.88		-	0.88	0.89	0.89	0.89
DENSIDAD	lb/ft3	4.33	-	3.84		2.81	4.48	3.83		-	2.93	3.89	3.38	3.38
	kg/m3	69.30	-	61.46		45.05	71.68	61.39		-	47.00	62.27	54.08	54.08

COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
METANO	% Mol	94.90
ETANO	% Mol	2.23
PROPANO	% Mol	0.47
I-BUTANO	% Mol	0.05
N-BUTANO	% Mol	0.11
I-PENTANO	% Mol	0.03
N-PENTANO	% Mol	0.03
N-HEXANO	% Mol	0.01
NITRÓGENO	% Mol	1.35
DIÓXIDO DE CARBONO	% Mol	0.82
PESO MOLECULAR	kg/kmol	16.99

NOTAS:
1. PARA SIMBOLOGÍA, NOTAS GENERALES Y NOMENCLATURA VER DTF SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-01-S, SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-02-S Y SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-03-S.
2. LOS VOLÚMENES REPORTADOS ESTÁN CONDICIONES ESTANDAR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA.
3. PARA MÁS DETALLE E INFORMACIÓN DEL BALANCE HIDRÁULICO, CONSULTAR ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC-ED-DUCTO): SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-09-S.
4. SIN SUMINISTRO DE GAS DESDE ESTA INTERCONEXIÓN.
5. ESTACIÓN DE COMPRESIÓN FUERA DE OPERACIÓN.

INSTALACIÓN SIN APORTACIÓN O FUERA DE OPERACIÓN

DIBUJOS DE REFERENCIA

DIBUJO NUMERO	TÍTULO
SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-01-S	DTF SIMBOLOGÍA - TUBERÍAS / INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-02-S	DTF SIMBOLOGÍA - EQUIPOS
SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-03-S	DTF SIMBOLOGÍA - TIPICOS DE INSTRUMENTACIÓN
SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-04	ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA (EMRYC-ED-DUCTO)

REVISIÓN

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN
00	09-Dic-2022	REVISIÓN APROBADO PARA USO DEL CLIENTE

APROBACIÓN

DIBUJO	APROBO ANÁLISIS	DISEÑADOR	APROBO DISEÑO	GERENTE DEL PROYECTO	COMPAÑÍA
A. RIVERA	A. MARTÍNEZ	A. VERDUGO	A. MENDOZA	A. MORA	WORLEY

SELLO DE APROBACIÓN DE INGENIERÍA

Mexico Pacific
Worley
SIERRA MADRE PIPELINE
DFP GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD
CASO DE OPERACIÓN 4B
ESCALA N/A | DIBUJO # SM-0000-WOR-PR-PFD-00001-09-S | REV 00

B. Sistema de Filtración

El gas natural se ingresa a los filtros separadores que deberán tener una eficiencia para remover el 99.8% de partículas sólidas y líquidas de 1.0 micras y mayores. Posteriormente, los hidrocarburos condensados se enviarán al tanque de condensados, en donde se almacenan para su disposición. Los filtros separadores estarán diseñados para la capacidad requerida para cumplir con los siguientes arreglos en cada estación.

Tabla II.32. Sistemas de filtración.

Estación	Escenario	Arreglo	Número total de filtro
CS1	Escenario 2: alimentación de 850 MMPCSD de Tarahumara	2+0	7
	Escenario 4: alimentación de 2700 MMPCSD de frontera	4+1	
CS2	Alimentación 2700 MMPCSD desde CS1	4+1	5
CS3	Alimentación 2700 MMPCSD desde CS2	4+1	5
CS4	Escenario 2: alimentación de 880 MMPCSD de Carso	2+0	7
	Escenario 4: alimentación de 2700 MMPCSD de frontera	4+1	
EMRyC	Alimentación 2700 MMPCSD desde CS2	4+1	5

Los filtros estarán constituidos por dos secciones una filtrante y la otra con un eliminador de niebla. El líquido separado de la corriente de gas se recolectará en una pierna de condensados que contará con un sistema de control de nivel para permitir el drenado del filtro, además se instalarán transmisores de nivel que enviarán señal de alto-alto y bajo-bajo nivel, alarmando en el cuarto de control. Como medida de protección del sistema se instalarán indicadores de flujo en las líneas de condensado de cada filtro que enviarán señal por alto flujo al sistema de control en donde alarmará, esta alarma previene al operador de la posibilidad de una fuga de gas natural por la línea de condensado. En caso de presentarse cualquiera de estas situaciones el sistema de control hará el paro de la estación sin venteo. Como medida de seguridad, en caso de sobrepresión cada filtro tendrá una válvula de seguridad.

Cada filtro separador debe ser diseñado de acuerdo con el Código ASME Sección VIII División 1 y deberán contar con el sello “U”.

C. Control de flujo

Para las estaciones de compresión **CS-1** y **CS-4**, la regulación de flujo será corriente arriba del correspondiente patín de medición, en tanto que para la **EMRyC** de Puerto Libertad, la regulación de flujo será corriente abajo del patín de medición.

Tabla II.33. Patines de regulación.

Estación	Arreglo	Número total de equipos		Flujo de operación por tren	Observaciones
		Patines	Trenes		
CS1	1+1	1	2	845 MMPCSD	El patín podrá operar de manera bidireccional para el envío de producto hacia el gasoducto Tarahumara.

Estación	Arreglo	Número total de equipos		Flujo de operación por tren	Observaciones
		Patines	Trenes		
CS4	1+1	1	3	880 MMPCSD	El patín podrá operar de manera bidireccional para el envío de producto hacia el gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") . El tercer patín controlará presión en escenarios de alta presión en el Ducto Samalayuca-Sásabe ("GSS").
EMRyC	1+1	1	2	2834 MMPCSD	--

Los niveles de ruido para el paquete deben cumplir con la norma oficial mexicana NOM-011-STPS- 2001, por lo que el límite de ruido debe ser por debajo de los 85 dB.

D. Medición

Posterior a la regulación, se requiere una etapa de fiscalización o medición de flujo, para lo cual el gas pasa a los medidores de gas tipo ultrasónicos. En la estación de compresión 1 (**CS-1**), se tendrá medición de flujo de manera independiente para los suministros de gas del ducto de Tarahumara y de los prevenientes de la frontera

Dependiendo de la alimentación, se tienen los siguientes escenarios

Tabla II.34. Patines de medición.

Estación	Escenario	Arreglo	Flujo de operación por tren	Observaciones
CS1	Escenario 2: alimentación de Tarahumara	2+1	423 MMPCSD	El patín podrá operar de manera bidireccional para el envío de producto hacia el gasoducto Tarahumara
CS4	Escenario 4: alimentación de frontera	4+1	671 MMPCSD	--
	Escenario 2: alimentación de Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS")	2+1	440 MMPCSD	El patín podrá operar de manera bidireccional para el envío de producto hacia el gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") .
EMRyC	Alimentación de CS-4	4+1	708.5 MMPCSD	--

NOTA: Durante la Ingeniería de Detalle se definirá la mejor alternativa en el número de trenes de los patines de medición.

Aguas abajo del medidor de flujo se debe tener termopozos, RTD´s, válvulas manuales y válvula motorizada, así como un transmisor indicador de presión (PIT) y un transmisor indicador de temperatura (TIT), los cuales se deben comunicar con el computador de flujo (FQI) para realizar las correcciones correspondientes para la medición de flujo. Cada tren de medición debe tener un acondicionador de flujo antes del medidor, con la finalidad de generar un flujo laminar y de esta manera evitar turbulencia, mejorando la medición.

Los trenes del patín de medición para el producto del gasoducto Tarahumara en la estación **CS-1** y para el producto del gasoducto de Samalayuca-Sásabe ("GSS") en la estación **CS-4**, contarán con dos

acondicionadores de flujo (aguas arriba y aguas abajo del medidor de flujo ultrasónico), con la finalidad de permitir la medición bidireccional.

Los medidores de flujo deben estar certificados para transferencia de custodia y diseñados bajo lo indicado en el AGA 9 Report.

Los patines de medición, regulación, computadores de flujo, analizadores y cromatógrafos, así como todos los componentes que forman parte del suministro, deberán cumplir con los lineamientos y normas mexicanas respecto al diseño, control volumétrico, etc., la normativa aplicable vigente es: DACG RES/776/2015, miscelánea fiscal 2022 y Anexo 30 de la miscelánea fiscal, regulaciones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, vigentes a la entrada en operación del proyecto.

E. Sistema de analizador de gases

Aguas abajo de los patines de medición en las estaciones **CS-1, CS-4** y **EMRyC**, se tendrá el sistema de medición de la calidad del gas, con el fin de conocer la composición del gas. Este sistema deberá dar cumplimiento a la norma **NOM-001-SECRE-2010**, por los que incluirá los siguientes elementos:

- Analizador de H_2S y azufre total.
- Analizador de O_2.
- Analizador de humedad (H_2O).
- Cromatógrafo de gases hasta de C^{9+}, incluyendo CO_2 y N_2.

TGSM solicitará al transportista americano que realice la medición de estos mismos parámetros antes de cruzar la frontera, así como el envío de estas señales de flujo y calidad hacia el **SCP** del lado mexicano, aun cuando se tendrá medición fiscal del lado mexicano en la **CS-1**, con el propósito de garantizar el cumplimiento de las regulaciones mexicanas.

F. Sistema de compresión de gas

Como se indicó con anterioridad, las nuevas infraestructuras (línea de transporte de gas natural e instalaciones asociadas) serán diseñadas para una presión de 1440 psig (a excepción de la **CS-4**, el tramo de gasoducto hacia Puerto Libertad y la descarga de los compresores, que será para 900 libras ANSI), cuidando de alcanzar un mayor aporte de flujo en condiciones am bientales óptimas, garantizando una presión de llegada a la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad de 72 barg (1045 psig) y 2834 MMPCSD. El rango de temperatura esperado será desde 10 a 49 °C (50 a 120 °F).

En las estaciones **CS-1, CS-2, CS-3 y CS-**4, el gas se envía al compresor que succiona el gas a una presión máxima de 7929 kPa (1150 psig) y un rango de temperatura desde 10 a 49 °C (50 a 120 °F). Este equipo incrementará la presión del gas hasta un rango de 8170 a 9928 kPa (1185 a 1440 psig) para las estaciones **CS-1, CS-2 y CS-3**, y de 7419 a 10845 kPa (1076 a 1573 psig) para la estación **CS- 4**; dependiendo del escenario operativo.

La capacidad de operación de los equipos estará basada en un arreglo 3+1, con un flujo nominal de 950 MMPCSD por turbocompresor, para lograr un flujo máximo de 2,850 MMPCSD.

Los compresores mencionados deberán estar diseñados bajo el código API 616 Gas Turbines for the Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services, API 618 Reciprocating Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services y API 617 Axial and Centrifugal Compressors and Expander-compressors en su última edición.

Los niveles de ruido para el paquete deben cumplir con la norma oficial mexicana NOM-011-STPS- 2001, por lo que el límite máximo de ruido es de 85 dB.

G. Enfriamiento de gas natural

El gas comprimido pasa a través de los aeroenfriadores, cada uno dedicado para cada turbocompresor, en donde se disminuye la temperatura del gas a 49 °C (120 °F). La capacidad máxima de los aeroenfriadores corresponderá al flujo en la condición de máxima diferencia de presión de succión y descarga del compresor o relación de compresión

La caída de presión máxima para el aeroenfriador debe ser de 10 psi en condiciones normales de operación. La capacidad nominal de cada aeroenfriador es de 950 MMPCSD, para lograr un flujo máximo de 2,850 MMPCSD.

Los aeroenfriadores no deberán exceder el nivel de ruido de los 85 dB a 0.91m. El sistema de enfriamiento deberá tener instrumentación local (manómetros y termómetros), transmisores de temperatura y presión en la descarga de cada enfriador. El control y monitoreo de las señales de presión y temperatura se realizará en el sistema de control de proceso.

Los aeroenfriadores deberán estar constituidos con bahías y con motores eléctricos, los cuales deben accionarse escalonadamente en función de la señal de temperatura del transmisor en la descarga cumpliendo con la temperatura deseada a la salida de los equipos. Cada bahía de enfriamiento deberá contar con líneas de dren y venteo para eventos de mantenimiento. Los motores de los ventiladores deberán tener botones para paro y arranque local, así mismo, deberán estar configurados para poder ser operados de manera remota a través del **SCP**. Los motores y ventiladores deberán tener sensores de transmisión de vibración que deberán enviar señal al **CCM** y a su vez al SCP, adicionalmente deberán contar con alarmas por alta vibración, que enviarán a los relevadores de protección de los motores en el **CCM**.

Se debe considerar las condiciones climatológicas descritas en el apartado 6.1.1 de este documento para el dimensionamiento del equipo, el cual deberá ser validado con apoyo del software HTRI.

H. Trampa de Diablos

Se contará con trampas de diablos de envío y recibo en las estaciones de compresión y trampa de recibo en la **EMRyC** de Puerto Libertad, para corridas de limpieza y diablo instrumentado.

Las dimensiones de cada trampa serán de 56"x48", de acuerdo con las dimensiones del gasoducto. Las trampas de diablos estarán instrumentadas con un indicador de presión local e dndicador de paso de diablo intrusivo. Contarán con líneas de venteo manual, pateo y/o desvío y drenado. El diseño de las trampas de diablos será de acuerdo con ASME B31.8 y tapa de apertura rápida ASME VIII. Las trampas de diablos compartidas en las estaciones **CS-1, CS-2 y CS-**3, así como la trampa de recepción de la estación **CS-4**; serán de tipo portátiles ANSI 600#. Por su parte, la trampa de recibo de la **EMRyC** y la trampa de envío de la estación **CS-4** serán de tipo fijas y ANSI 900#.

I. Sistema de gas combustible a turbocompresor

El sistema de gas combustible de cada estación de compresión consistirá en cuatro (4) paquetes de acondicionamiento de gas combustible para el accionamiento de las turbinas.

Cada paquete estará integrado por:

- Dos filtros separadores verticales en arreglo 1+1.
- Dos calentadores eléctricos de gas en arreglo 1+1.

- Dos válvulas de regulación de presión tipo monitor, en arreglo 1+1.

J. Sistema de gas de sellos

El sistema de gas de sellos forma parte del paquete del turbocompresor por lo que no se considera un acondicionamiento adicional.

K. Sistema de recuperación de condensados

El sistema de recuperación de condensados de las estaciones de compresión y de la **EMRyC** estará integrado por un tanque cilíndrico horizontal y la función es recolectar los condensados provenientes del sistema de filtración de gas natural, del paquete de acondicionamiento de gas combustible y servicios auxiliares de la turbina de gas.

El tanque deberá estar construido con material de acero al carbón, el cual debe incluir un transmisor indicador de nivel, un indicador de nivel, un indicador de presión, así mismo una línea de venteo con arrestador de flama. Para la operación de vaciado de dicho tanque se usarán bombas de doble diafragma operadas con aire de planta, para enviar los drenajes aceitosos a autotanques y llevarlos fuera de la instalación para su disposición por otros.

La fabricación del recipiente de condensados debe cumplir con lo indicado en el código ASME Sección VIII División 1.

L. Sistema de drenaje aceitoso

El sistema de drenaje aceitoso de las estación de compresión **CS-1** a **CS-4** consistirá en un tanque cilíndrico horizontal, la función de este tanque es la recolección de aceite vertido en las charolas de contención de la turbina de gas. Este tanque debe ser construido con material de acero al carbón, el cual debe contar con un transmisor indicador de nivel y alarma por alto nivel. Para la operación de vaciado de dicho tanque se usarán bombas de doble diafragma operadas con aire de planta, para enviar los drenajes aceitosos a autotanques y llevarlos fuera de la instalación para su disposición por otros.

La fabricación del recipiente de drenaje aceitoso debe cumplir con lo indicado en el código ASME Sección VIII División 1.

M. Sistema de generación de energía

Las estaciones de compresión serán instalaciones autónomas, es decir, el suministro de la energía se proporcionará por medio de generadores reciprocantes a gas natural, con capacidad para alimentar todas las cargas de la estación. Estos generadores se interconectarán a un tablero de distribución principal del cual a su vez se alimentará a los centros de control de motores de los turbocompresores y servicios generales.

Adicionalmente, las estaciones de compresión dispondrán de un sistema de generación para el suministro de energía de emergencia el cual estará compuesto por un generador de energía eléctrica de tipo alternativo 100% alimentación por combustible diésel con capacidad suficiente para garantizar el funcionamiento seguro de los servicios generales de la estación de compresión durante ocho (8) horas.

Para cada estación de compresión se tendrán los siguientes generadores:

- Para las estaciones de Compresión **CS-1, CS-2** y **CS-3** se tendrán cuatro (4) generadores a gas de 1.40 MW cada uno (arreglo 3+1), más un (1) generador diésel de 0.825 MW (respaldo para los servicios auxiliares y sistemas esenciales).

- Para la estación de compresión CS-4 se tendrán cinco (5) generadores a gas de 1.40 MW cada uno, más un (1) generador diésel de 0.825 MW (respaldo para los servicios auxiliares y sistemas esenciales).
- Para la **EMRyC** de Puerto Libertad se tendrá un (1) Generador a gas de 0.05 MW para satisfacer de manera segura la demanda eléctrica de los servicios dentro del predio asignado por la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad, como tablero de alumbrado interior/exterior, gabinete de Telecom, instrumentación, **CCTV** y accionamiento de válvulas y patines, así como corriente para el sistema de protección catódica.

La generación eléctrica será en 480 V, 3 fases, 4 hilos, 60 hz. Cada generador a gas será del tipo encabinado, con sistema de enfriamiento integrado. Su operación será de manera continua, dependiendo de los requerimientos de compresión establecidos en cada estación.

El generador de emergencia a diésel también será del tipo encabinado con arranque automático al fallo, en 480/277 Volts, 3 fases 4 hilos, 60 Hz. Los generadores a diésel deberán contar con un tanque de almacenamiento de diésel con la capacidad necesaria para que en caso de emergencia se garantice el funcionamiento seguro de la estación de compresión durante 8 horas seguidas. El generador de emergencia deberá tener un tablero de control en gabinete NEMA 12, el cual deberá contar con un indicador de fecha, hora de inicio, hora de término y tiempo de duración de cada arranque de la planta.

Además, por cada estación de compresión y **EMRyC** se deberá incluir un banco automático de carga, así como un paquete de acondicionamiento de gas combustible para generadores (uno por cada generador a gas), con temperatura y presión de diseño de 150°C y 1440 psig y capacidad de 444 Nm3/h.

Dependiendo de los requerimientos del proyecto, el alcance incluye: diseño del sistema de generación eléctrica autónoma, considerando los equipos de control y protección eléctrica requeridas, suministro, instalación, interconexión, prueba y puesta en operación de los equipos mencionados, monitoreo de las variables de temperatura del gas de entrada, presión del gas de entrada, potencia real, corriente, voltaje y frecuencia en el **SCP**.

Así mismo, el alcance del proyecto incluye el diseño e instalación de 23 termogeneradores para el sistema de generación eléctrica para las diferentes instalaciones de las válvulas **MLV** distribuidas a lo largo de los 800 km del ducto de 48", y sin considerar las **MLV** ´s ubicadas dentro de las estaciones de compresión. Los termogeneradores alimentarán el sistema SCADA y UTR´s (el alumbrado exterior será con luminarias alimentadas por energía solar tipo All in one). Cada termogenerador será de 0.55 kW.

Se deberán considerar los siguientes requerimientos para el sistema:

- La tensión de generación del sistema deberá ser a 24 VCD.
- Contar con una fuente de respaldo de energía en caso de falla del sistema del tipo baterías de níquel-cadmio con tiempo de respaldo de 12 horas.
- Contar con un tablero o sistema dentro del tablero de control principal para la transferencia de la fuente principal a fuente de respaldo de manera automática en caso de falla del suministro de energía principal.
- Tipo de combustible: gas natural.
- Se deberá considerar el sistema para acondicionamiento de gas combustible. Los componentes mínimos que deben ser incluidos como parte del suministro de los termogeneradores se indican a continuación:

  - Válvula de corte de combustible.
  - Regulador de presión.
  - Medidor de presión de gas.
  - Válvula de alivio de presión.
  - Filtro de gas coalescente.
  - Cajas de conexiones a prueba de explosión.
- Gabinete fabricado en acero inoxidable.
- Enfriamiento por convección natural o convección forzada, según sea requerido para garantizar la funcionalidad de los componentes.
- El tipo de estructura deberá ser autosoportada o contar con todos accesorios para el montaje correcto del sistema; el material del sistema de montaje o soporte deberá ser de acero inoxidable o aluminio.
- Contar con capacidad para monitoreo vía sistema SCADA por medio de las UTR's con señal dura de 24 VCD.

N. Sistema de venteo

El sistema de venteo de emergencia debe ser mediante una columna de venteo ubicada en cada estación de xompresión **CS-1, CS-2, CS-3** y **CS-**4; el cual debe permitir ventear a la atmósfera durante un evento no deseado en los módulos de compresión, activándose las válvulas **BDV (sistema de desfogue)**. Las válvulas que integran el **BDV** serán controladas por el **SPE**. El sistema de desfogues debe estar integrado por dos cabezales uno en baja presión y otro en alta presión.

Se considera mantener un valor menor a 0.7 Mach para el dimensionamiento de la tubería de salida de la **BDV**´s; lo anterior de acuerdo con los lineamientos normativos aplicables a sistemas de relevo.

La descarga de la columna de venteo debe estar al menos 30 metros de distancia de los turbocompresores y a 15 metros de cualquier instalación. La elevación a la cual descargará la columna de venteo debe estar al menos 3 metros por encima de cualquier estructura, equipo o edificio dentro de la instalación.

El sistema de venteo debe tener la capacidad de reducir la presión hasta el 50% de la presión inicial en 15 minutos de acuerdo con las recomendaciones de API 521 – Presión de relevo y sistemas de despresurización.

O. Sistema de recuperación de gas de venteo

Para los venteos programados ya sea por mantenimiento o alguna maniobra operativa se tiene considerado un sistema de recuperación de gas, el cual recolectará las líneas de venteo de los equipos a lo largo de la planta para conducirlos a un tanque knock-out/acumulador.

El recipiente debe contar con un indicador de presión, un indicador de nivel, una línea de purga de condensados, válvula de alivio de presión (**PSV)** y línea de venteo para mantenimiento del equipo.

La fabricación del recipiente debe cumplir con lo indicado en el código ASME Sección VIII División 1. El tanque será interconectado a la línea de succión de un compresor de recuperación de gas, el cual suministrará la presión necesaria para poder integrar su descarga al cabezal de alta presión de descarga de Turbocompresores.

P. Sistema de aire de instrumentos y aire de planta

Cada estación de compresión (**CS-1, CS-2, CS-3** y **CS-4**) contará con un sistema de aire comprimido que deberá tener la capacidad requerida para los servicios de aire de planta y de instrumentos. Este paquete incluirá dos compresores tipo tornillo, diseñados en apego a la norma ISO 10440-2. La descarga de los compresores se proyecta, por una parte, al sistema de secado y por otra, al Tanque de aire de planta.

El sistema de secado será de tipo regenerativo con torres duales sin calentamiento a una presión de rocío de -40 °C (-40 °F). Deberá contar con todas sus tuberías, válvulas e instrumentos, alarma y contactos consecutivos con interface a los controles de la estación. Las secadoras de aire serán diseñadas y fabricadas cumpliendo con la norma de referencia ISO 7183:2007. La pureza del aire comprimido para instrumentos en el punto de utilización debe cumplir con la clase ISO 8573-1 (tamaño de partícula de 1 micrón, punto de rocío -40 °C, concentración total de aceite <0.01 mg/m^3); a 7.0 kg/cm^2 (100 psig). Las torres de secado y filtros deberán ser diseñadas de acuerdo con el código ASME Sección VIII División 1.

Se contará con un tanque para acumular aire de instrumentos y uno para acumular aire de planta, los cuales deben ser adecuados para operar a la intemperie, en un ambiente desértico arenoso, para ser instalados y anclados en posición vertical en una cimentación de concreto armado, con tapas semi- elípticas 2:1. El diseño, fabricación, inspección, será de acuerdo con el código ASME sección VIII división 1, deberá ser estampado ASME y con registro NBIC.

Deberán suministrarse válvulas de aislamiento y ventilación de tal modo que cada compresor y secador de aire puedan ser aislados para su mantenimiento, mientras que el sistema sigue operando. La segunda unidad está diseñada para brindar respaldo al 100%.

Los paquetes de aire comprimido son completamente autónomos, con todos los controles y arrancadores del motor eléctrico. La función del control principal del compresor deberá estar dentro del sistema de control suministrado por el proveedor y completamente autónomo.

Los paneles de control deben comunicarse entre sí y determinar cuál compresor de aire debe operar. Debe suministrarse corriente trifásica de 480 VCA al compresor. Cada compresor debe tener alarma y contactos de estado con interface a los controles de la planta/estación.

Como mínimo, cada paquete de aire comprimido estará conformado por los siguientes equipos:

- Dos (2) Compresores de aire tipo tornillo rotativo.
- Dos (2) Prefiltros de aire.
- Dos (2) Paquetes de secadoras de aire tipo regeneración en frío.
- Dos (2) Postfiltros de aire.
- Un (1) Recipiente acumulador de aire de planta.
- Un (1) Recipiente acumulador de aire de instrumentos.

Q. Sistema de agua de servicio

El sistema de agua de servicio debe incluir un tanque de almacenamiento de 10 m3 de capacidad por cada estación de compresión y **EMRyC**, construido en polietileno de alta densidad, con acabado antibacterial, con tapa semielíptica y fondo plano, que asegure las necesidades de agua de las tomas de servicio del taller y del área de campo, así como el volumen de agua requerido para la operación de las instalaciones dentro de los sanitarios y cuartos de aseo que están considerados en el arreglo arquitectónico. La demanda de agua se

estimará con base en el número de personas (personal de operación, personal de servicio externo y visitantes) que se encuentren dentro de cada estación.

El sistema hidroneumático deberá contar con dos bombas centrífugas, una en operación y otra en espera, así como un tanque precargado con membrana. Dentro del alcance se debe incluir el suministro, selección, interconexión, prueba y puesta en operación del equipo hidroneumático, el cual es de tipo paquete.

Así mismo, para lavaojos y regaderas se deberán incluir filtros separadores de lecho profundo dúplex.

II.4.2 Filosofia de operación

A continuación, se indica la descripción del proceso para los componentes principales del proyecto, describiendo cada uno de los tramos entre las instalaciones superficiales y sus servicios auxiliares que garantizan la correcta funcionalidad del **STGN**.

A. Tramo frontera – Estación de Compresión 1 (CS-1)

El tramo frontera – **CS-1**, 48"-GN-60100-D0A2, está compuesto por cuatro válvulas de seccionamiento e inicia en la junta monolítica MDJ-10001 de 48" Ø donde aguas abajo se encuentra la primera válvula de seccionamiento MLV-60100 de 48" Ø ANS 600 en el km 0+000 , aguas abajo se encuentra la segunda válvula de seccionamiento MLV-60101 de 48" Ø ANS 600 en el km 30+750, posterior a ésta se encuentra la tercera válvula de seccionamiento MLV-60102 de 48" Ø ANS 600 en el km 60+850, por último se tiene la cuarta válvula de seccionamiento MLV-60103 de 48" Ø ANS 600 en el km 91+450. El tramo frontera – **CS-1** contará con un sistema de protección catódica SPC a lo largo del gasoducto para protección contra la corrosión, por lo que se tendrán juntas aislantes en aquellos sistemas que requieran aislamiento eléctrico.

A continuación, se describe la filosofía de operación de las válvulas de seccionamiento, cabe mencionar que la operación para las cuatro es el mismo.

A.1 Operación normal

Las MLV-60100/101/102/103 serán actuadas mediante un actuador electrohidráulico y estarán conectadas de manera remota al SCADA mediante la UTR de la MLV.

Durante operación normal, la **MLV** estará completamente abierta y el operador tendrá la opción de accionamiento mediante las botoneras de apertura HSO-60100/101/102/103 y cierre HSC-60100/101/102/103. La MLV contará con un actuador electrohidráulico compuesto por un tanque acumulador de aceite, diseñado para tres carreras de apertura/cierre. El tanque acumulador de aceite contará con dispositivos de seguridad y monitoreo como, válvula de alivio, manómetro, indicador de nivel LG-60100/101/102/103 e interruptor de nivel LSL-60100/101/102/103; en caso de bajo nivel de aceite el LSL-60100/101/102/103 se activará enviando la señal al operador y no se podrá accionar el actuador hasta su restablecimiento.

El actuador electrohidráulico será alimentado de aceite mediante la bomba BBA-60100/101/102/103 para su accionamiento quien recibirá la señal de apertura/cierre desde la UTR o localmente. La bomba BBA-60100/101/102/103 tendrá indicadores locales y remotos de falla común Motor-Bomba que indicarán mediante el SCADA sobre el fallo y activará la señal color ambar en el panel local de control. En caso de cierre de la **MLV** se activará la válvula solenoide SCV-60100/101/102/103 permitiendo el paso de aceite hacia el actuador. En caso de apertura se activará la válvula solenoide SOV-60100/101/102/103 para permitir el regreso del aceite al tanque de aceite y así poder abrir la **MLV**. Los actuadores de las **MLV**´s son de doble resorte y en caso de falla conservará la última posición (fail last).

El sistema hidráulico contará con un tanque de nitrógeno para evitar la formación de espuma en el aceite durante alguna carrera apertura/cierre.

Las MLV-60100/101/102/103 contará con las siguientes señales e instrumentos de monitoreo y control:

- HI-60100/101/102/103: Botonera de selección local/remoto.
- ZIC-60100/101/102/103: Indicador de posición cerrado.
- ZIO-60100/101/102/103: Indicador de posición abierto.
- HSC-60100/101/102/103: Señal de cierre de válvula.
- HSO-60100/101/102/103: Señal de apertura de válvula.
- HSP-60100/101/102/103: Prueba de carrera parcial.
- ZIP-60100/101/102/103: Indicador de prueba de carrera parcial (Falla/Exitosa).
- XI-60100/101/102/103: Panel local energizado.
- PIT-60100A/101A/102A/103A: Transmisor indicador de presión.
- PIT-60100B/101B/102B/103B: Transmisor indicador de presión.
- TIT-60100/101/102/103: Transmisor indicador de temperatura.
- PG-60100A/101A/102A/103A: Manómetro del by-pass.
- PG-60100B/101B/102B/103B: Manómetro del sistema hidraúlico.
- PG-60100C/101C/102C/103C: Manómetro del sistema de nitrógeno.
- IG-60100X/60101X/60102X/60103X: Juntas aislantes para protección del **SPC**.

Todas las señales de campo convergerán en una junction box que recolectará las señales de campo para posteriormente ser enviadas al cuarto del control de la MLV.

La MLV-60100/101/102/103 contará con un gabinete local con selectores e indicadores locales descritos a continuación:

- HOA-60100/101/102/103: Selector para control local/remoto.
- HS-60100/101/102/103: Apertura/cierre e inicio de prueba de carrera parcial.
- XL-60100A/101A/102A/103A: Luz ambar – Falla común de motor-bomba.
- XL-60100B/101B/102B/103B: Luz ambar – Prueba de carrera parcial exitosa.
- XL-60100C/101C/102C/103C: Luz roja – cerrada.
- XL-60100D/101D/102D/103D: Luz verde – abierta.

A.2 Operación durante la emergencia operativa

La MLV-60100/101/102/103 contará con una línea de by-pass, 16"-GN-60101-D0A1/16"-GN-60102-D0A1/16"-GN-60103-D0A1/16"-GN-60104-D0A1 que servirá como medio de venteo en caso de registrarse una emergencia operativa. De ser así, se cerrarán las **MLV**´s que se encuentren a los extremos del tramo que presenta la emergencia y se abrirá la válvula de corte de 16" Ø del by-pass de la **MLV** correspondiente al extremo del tramo que se desea ventear. La razón de ventear es disminuir los esfuerzos a los que sea sometida la tubería y evitar una mayor propagación. El by-pass contará en los venteos con tapas de apertura rápida tipo "Davit".

De igual manera, las MLV-60100/101/102/103 contarán con un sistema de detección de ruptura de línea "Line Break" en caso de fuga de gas el cual supervisa continuamente la dinámica de la presión de la tubería para proporcionar una detección temprana de las roturas de la tubería e iniciará el movimiento automático del actuador a posición segura. Este mecanismo se da mediante el monitoreo de la presión de la línea mediante los transmisores indicadores de presión PIT-60100A/101A/102A/103A y PIT- 60100B/101B/102B/103B y su variación en una diferencia de tiempo finita. Si se detecta una variación creciente de la presión en un intervalo de tiempo constante se activará el sistema y es señal de ruptura de línea.

Aguas abajo de la MLV-60103 se encuentra la junta aislante MDJ-10421, la cual es la llegada a la estación de compresión **CS-1**.

B. Tramo estación de compresión 1 (CS-1) – Estación de Compresión 2 (CS-2)

El tramo CS-1 – CS-2, 48"-GN-60200-D0A2, está compuesto por cuatro válvulas de seccionamiento e inicia en la junta monolítica MDJ-10401 de 48" Ø a la salida de la CS-1 donde aguas abajo se encuentra la primera válvula de seccionamiento MLV-60205 de 48" Ø ANS 600 en el km 151+000 , aguas abajo se encuentra la segunda válvula de seccionamiento MLV-60606 de 48" Ø ANS 600 en el km 183+000, posterior a ésta se encuentra la tercera válvula de seccionamiento MLV-60207 de 48" Ø ANS 600 en el km 215+000, por último se tiene la cuarta válvula de seccionamiento MLV-60208 de 48" Ø ANS 600 en el km 264+600. El tramo **CS-1 – CS-2** contará con un sistema de protección catódica **SPC** a lo largo del gasoducto para protección contra la corrosión, por lo que se tendrán juntas aislantes en aquellos sistemas que requieran aislamiento eléctrico.

A continuación, se describe la filosofía de operación de las válvulas de seccionamiento, cabe mencionar que la operación para las cuatro es el mismo.

B.1 Operación normal

Las MLV-60205/206/207/208 serán actuadas mediante un actuador electrohidráulico y estarán conectadas de manera remota al SCADA mediante la UTR de la MLV.

Durante operación normal, la **MLV** estará completamente abierta y el operador tendrá la opción de accionamiento mediante las botoneras de apertura HSO-60205/206/207/208 y cierre HSC-60205/206/207/208. La **MLV** contará con un actuador electrohidráulico compuesto por un tanque acumulador de aceite, diseñado para tres carreras de apertura/cierre. El tanque acumulador de aceite contará con dispositivos de seguridad y monitoreo como, válvula de alivio, manómetro, indicador de nivel LG-60205/206/207/208 e interruptor de nivel LSL-60205/206/207/208; en caso de bajo nivel de aceite el LSL-60205/206/207/208 se activará enviando la señal al operador y no se podrá accionar el actuador hasta su restablecimiento.

El actuador electrohidráulico será alimentado de aceite mediante la bomba BBA-60205/206/207/208 para su accionamiento quien recibirá la señal de apertura/cierre desde la UTR o localmente. La bomba BBA-60205/206/207/208 tendrá indicadores locales y remotos de falla común motor-bomba que indicarán mediante el SCADA sobre el fallo y activará la señal color ambar en el panel local de control. En caso de cierre de la **MLV** se activará la válvula solenoide SCV-60205/206/207/208 permitiendo el paso de aceite hacia el actuador. En caso de apertura se activará la válvula solenoide SOV-60205/206/207/208 para permitir el regreso del aceite al tanque de aceite y así poder abrir la **MLV**. Los actuadores de las **MLV**´s son de doble resorte y en caso de falla conservará la última posición (fail last).

El sistema hidráulico contará con un tanque de nitrógeno para evitar la formación de espuma en el aceite durante alguna carrera apertura/cierre.

Las MLV-60205/206/207/208 contará con las siguientes señales e instrumentos de monitoreo y control:

- HI-60205/206/207/208: Botonera de selección local/remoto.
- ZIC-60205/206/207/208: Indicador de posición cerrado.
- ZIO-60205/206/207/208: Indicador de posición abierto.
- HSC-60205/206/207/208: Señal de cierre de válvula.
- HSO-60205/206/207/208: Señal de apertura de válvula.
- HSP-60205/206/207/208: Prueba de carrera parcial.
- ZIP-60205/206/207/208: Indicador de prueba de carrera parcial (falla/exitosa).
- XI-60205/206/207/208: Panel local energizado.
- PIT-60205A/206A/207A/208A: Transmisor indicador de presión.
- PIT-60205B/206B/207B/208B: Transmisor indicador de presión.
- TIT-60205/206/207/208: Transmisor indicador de temperatura.
- PG-60205A/206A/207A/208A: Manómetro del by-pass.
- PG-60205B/206B/207B/208B: Manómetro del sistema hidraúlico.
- PG-60205C/206C/207C/208C: Manómetro del sistema de nitrógeno.
- IG-60205X/60206X/60207X/60208X: Juntas aislantes para protección del **SPC**.

Todas las señales de campo convergerán en una junction box que recolectará las señales de campo para posteriormente ser enviadas al cuarto del control de la MLV.

La MLV-60205/206/207/208 contará con un gabinete local con selectores e indicadores locales descritos a continuación:

- HOA-60205/206/207/208: Selector para control local/remoto.
- HS-60205/206/207/208: Apertura/cierre e inicio de prueba de carrera parcial.
- XL-60205A/206A/207A/208A: Luz ambar – falla común de motor-bomba.
- XL-60205B/206B/207B/208B: Luz ambar – prueba de carrera parcial exitosa.
- XL-60205C/206C/207C/208C: Luz roja - cerrada XL-60205D/206D/207D/208D: Luz verde – abierta

B.2 Operación durante la emergencia operativa

La MLV-60205/206/207/208 contará con una línea de by-pass, 16"-GN-60206-D0A1/16"-GN-60207-D0A1/16"-GN-60208-D0A1/16"-GN-60209-D0A1 que servirá como medio de venteo en caso de registrarse una emergencia operativa. De ser así, se cerrarán las **MLV**´s que se encuentren a los extremos del tramo que presenta la emergencia y se abrirá la válvula de corte de 16" Ø del by-pass de la **MLV** correspondiente al extremo del tramo que se desea ventear. La razón de ventear es disminuir los esfuerzos a los que sea sometida la tubería y evitar una mayor propagación. El by-pass contará en los venteos con tapas de apertura rápida tipo "Davit".

De igual manera, las MLV-60205/206/207/208 contarán con un sistema de detección de ruptura de línea "Line Break" en caso de fuga de gas el cual supervisa continuamente la dinámica de la presión de la tubería para proporcionar una detección temprana de las roturas de la tubería e iniciará el movimiento automático del actuador a posición segura. Este mecanismo se da mediante el monitoreo de la presión de la línea mediante

los Transmisores Indicadores de Presión PIT-60205A/206A/207A/208A y PIT- 60205B/206B/207B/208B y su variación en una diferencia de tiempo finita. Si se detecta una variación creciente de la presión en un intervalo de tiempo constante se activará el sistema y es señal de ruptura de línea.

Aguas abajo de la MLV-60208 se encuentra la junta aislante MDJ-20421, la cual es la llegada a la estación de compresión 2 CS-2.

C. Tramo estación de compresión 2 (CS-2) – estación de compresión 3 (CS-3)

El tramo CS-2 – CS-3, 48"-GN-60300-D0A2, está compuesto por seis válvulas de seccionamiento e inicia en la junta monolítica MDJ-20401 de 48" Ø a la salida de la CS-2 donde aguas abajo se encuentra la primera válvula de seccionamiento MLV-60310 de 48" Ø ANS 600 en el km 304+200 , aguas abajo se encuentra la segunda válvula de seccionamiento MLV-60311 de 48" Ø ANS 600 en el km 331+600, posterior a ésta se encuentra la tercera válvula de seccionamiento MLV-60312 de 48" Ø ANS 600 en el km 362+950, continuando en el proceso se encuentra la cuarta válvula de seccionamiento MLV-60313 de 48" Ø ANS 600 en el km 390+650, posteriormente se encuentra la quinta válvula de seccionamiento MLV- 60314 de 48" Ø ANS 600 en el km 421+750 , por último se tiene la sexta válvula de seccionamiento MLV- 60315 de 48" Ø ANS 600 en el km 452+000. El tramo CS-2 – CS-3 contará con un sistema de protección catódica SPC a lo largo del gasoducto para protección contra la corrosión, por lo que se tendrán juntas aislantes en aquellos sistemas que requieran aislamiento eléctrico.

A continuación, se describe la filosofía de operación de las válvulas de seccionamiento, cabe mencionar que la operación para las cuatro es el mismo.

C.1 Operación normal

Las MLV-60310/311/312/313/314/315 serán actuadas mediante un actuador electrohidráulico y estarán conectadas de manera remota al SCADA mediante la UTR de la MLV.

Durante operación normal, la **MLV** estará completamente abierta y el operador tendrá la opción de accionamiento mediante las botoneras de apertura HSO-60310/311/312/313/314/315 y cierre HSC-60310/311/312/313/314/315. La MLV contará con un actuador electrohidráulico compuesto por un tanque acumulador de aceite, diseñado para tres carreras de apertura/cierre. El tanque acumulador de aceite contará con dispositivos de seguridad y monitoreo como, válvula de alivio, manómetro, indicador de nivel LG-60310/311/312/313/314/315 e interruptor de nivel LSL-60310/311/312/313/314/315; en caso de bajo nivel de aceite el LSL-60310/311/312/313/314/315 se activará enviando la señal al operador y no se podrá accionar el actuador hasta su restablecimiento.

El actuador electrohidráulico será alimentado de aceite mediante la bomba BBA- 60310/311/312/313/314/315 para su accionamiento quien recibirá la señal de apertura/cierre desde la UTR o localmente. La bomba BBA-60310/311/312/313/314/315 tendrá indicadores locales y remotos de falla común Motor-Bomba que indicarán mediante el SCADA sobre el fallo y activará la señal color ambar en el panel local de control. En caso de cierre de la MLV se activará la válvula solenoide SCV- 60310/311/312/313/314/315 permitiendo el paso de aceite hacia el actuador. En caso de apertura se activará la válvula solenoide SOV-60310/311/312/313/314/315 para permitir el regreso del aceite al tanque de aceite y así poder abrir la **MLV**. Los actuadores de las **MLV´**s son de doble resorte y en caso de falla conservará la última posición (fail last).

El sistema hidráulico contará con un tanque de nitrógeno para evitar la formación de espuma en el aceite durante alguna carrera apertura/cierre.

Las MLV-60310/311/312/313/314/315 contará con las siguientes señales e instrumentos de monitoreo y control:

- HI-60310/311/312/313/314/315: Botonera de selección local/remoto.
- ZIC-60310/311/312/313/314/315: Indicador de posición cerrado.
- ZIO-60310/311/312/313/314/315: Indicador de posición abierto.
- HSC-60310/311/312/313/314/315: Señal de cierre de válvula.
- HSO-60310/311/312/313/314/315: Señal de apertura de válvula.
- HSP-60310/311/312/313/314/315: Prueba de carrera parcial.
- ZIP-60310/311/312/313/314/315: Indicador de prueba de carrera parcial (falla/exitosa).
- XI-60310/311/312/313/314/315: Panel local energizado.
- PIT-60310A/311A/312A/313A/314A/315A: Transmisor indicador de presión.
- PIT-60310B/311B/312B/313B/314B/315B: Transmisor indicador de presión.
- TIT-60310/311/312/313/314/315: Transmisor indicador de temperatura.
- PG-60310A/311A/312A/313A/314A/315A: Manómetro del by-pass.
- PG-60310B/311B/312B/313B/314B/315B: Manómetro del sistema hidraúlico.
- PG-60310C/311C/312C/313C/314C/315C: Manómetro del sistema de nitrógeno.
- IG-60310X/311X/312X/313X/314X/315X: Juntas aislantes para protección del **SPC**.

Todas las señales de campo convergerán en una junction box que recolectará las señales de campo para posteriormente ser enviadas al cuarto del control de la **MLV**.

La MLV-60310/311/312/313/314/315 contará con un gabinete local con selectores e indicadores locales descritos a continuación:

- HOA-60310/311/312/313/314/315: Selector para control local/remoto.
- HS-60310/311/312/313/314/315: Apertura/cierre e inicio de prueba de carrera parcial.
- XL-60310A/311A/312A/313A/314A/315A: Luz ambar – Falla común de motor-bomba.
- XL-60310B/311B/312B/313B/314B/315B: Luz ambar – Prueba de carrera parcial exitosa.
- XL-60310C/311C/312C/313C/314C/315C: Luz roja – cerrada.
- XL-60310D/311D/312D/313D/314D/315D: Luz verde – abierta.

C.2 Operación durante la emergencia operativa

La MLV-60310/311/312/313/314/315 contará con una línea de by-pass, 16"-GN-60310-D0A1/16"-GN- 60311-D0A1/16"-GN-60312-D0A1/16"-GN-60313-D0A1/16"-GN-60314-D0A1/16"-GN-60315-D0A1/16"- GN-60316-D0A1 que servirá como medio de venteo en caso de registrarse una emergencia operativa. De ser así, se cerrarán las **MLV**´s que se encuentren a los extremos del tramo que presenta la emergencia y se abrirá la válvula de corte de 16" Ø del by-pass de la **MLV** correspondiente al extremo del tramo que se desea ventear. La razón de ventear es disminuir los esfuerzos a los que sea sometida la tubería y evitar una mayor propagación. El by-pass contará en los venteos con tapas de apertura rápida tipo "Davit".

De igual manera, las MLV-60310/311/312/313/314/315 contarán con un sistema de detección de ruptura de línea "Line Break" en caso de fuga de gas el cual supervisa continuamente la dinámica de la presión de la

tubería para proporcionar una detección temprana de las roturas de la tubería e iniciará el movimiento automático del actuador a posición segura. Este mecanismo se da mediante el monitoreo de la presión de la línea mediante los transmisores indicadores de presión PIT-60310A/311A/312A/313A/314A/315A y PIT-60310B/311B/312B/313B/314B/315B y su variación en una diferencia de tiempo finita. Si se detecta una variación creciente de la presión en un intervalo de tiempo constante se activará el sistema y es señal de ruptura de línea.

Aguas abajo de la MLV-60315 se encuentra la junta aislante MDJ-30421, la cual es la llegada a la estación de compresión 3 **CS-3**.

D. Tramo estación de compresión 3 (CS-3) – estación de compresión 4 (CS-4)

El tramo CS-3 – CS-4, 48"-GN-60400-D0A2, está compuesto por cuatro válvulas de seccionamiento e inicia en la junta monolítica MDJ-30401 de 48" Ø a la salida de la CS-3 donde aguas abajo se encuentra la primera válvula de seccionamiento MLV-60417 de 48" Ø ANS 600 en el km 504+200 , aguas abajo se encuentra la segunda válvula de seccionamiento MLV-60418 de 48" Ø ANS 600 en el km 536+200, posterior a ésta se encuentra la tercera válvula de seccionamiento MLV-60419 de 48" Ø ANS 600 en el km 568+200, por último se tiene la cuarta válvula de seccionamiento MLV-60420 de 48" Ø ANS 600 en el km 600+200. El tramo CS-3 – CS-4 contará con un sistema de protección catódica SPC a lo largo del gasoducto para protección contra la corrosión, por lo que se tendrán juntas aislantes en aquellos sistemas que requieran aislamiento eléctrico.

A continuación, se describe la filosofía de operación de las válvulas de seccionamiento, cabe mencionar que la operación para las cuatro es el mismo.

D.1 Operación normal

Las MLV-60417/418/419/420 serán actuadas mediante un actuador electrohidráulico y estarán conectadas de manera remota al SCADA mediante la UTR de la MLV.

Durante operación normal, la **MLV** estará completamente abierta y el operador tendrá la opción de accionamiento mediante las botoneras de apertura HSO-60417/418/419/420 y cierre HSC-60417/418/419/420. La **MLV** contará con un actuador electrohidráulico compuesto por un tanque acumulador de aceite, diseñado para tres carreras de apertura/cierre. El tanque acumulador de aceite contará con dispositivos de seguridad y monitoreo como, válvula de alivio, manómetro, indicador de nivel LG-60417/418/419/420 e interruptor de nivel LSL-60417/418/419/420; en caso de bajo nivel de aceite el LSL-60417/418/419/420 se activará enviando la señal al operador y no se podrá accionar el actuador hasta su restablecimiento.

El actuador electrohidráulico será alimentado de aceite mediante la bomba BBA-60417/418/419/420 para su accionamiento quien recibirá la señal de apertura/cierre desde la UTR o localmente. La bomba BBA-60417/418/419/420 tendrá indicadores locales y remotos de falla común Motor-Bomba que indicarán mediante el SCADA sobre el fallo y activará la señal color ambar en el panel local de control. En caso de cierre de la **MLV** se activará la válvula solenoide SCV-60417/418/419/420 permitiendo el paso de aceite hacia el actuador. En caso de apertura se activará la válvula solenoide SOV-60417/418/419/420 para permitir el regreso del aceite al tanque de aceite y así poder abrir la MLV. Los actuadores de las MLV´s son de doble resorte y en caso de falla conservará la última posición (Fail Last).

El sistema hidráulico contará con un tanque de nitrógeno para evitar la formación de espuma en el aceite durante alguna carrera apertura/cierre.

Las MLV-60417/418/419/420 contará con las siguientes señales e instrumentos de monitoreo y control:

- HI-60417/418/419/420: Botonera de selección local/remoto.

- ZIC-60417/418/419/420: Indicador de posición cerrado.
- ZIO-60417/418/419/420: Indicador de posición abierto.
- HSC-60417/418/419/420: Señal de cierre de válvula.
- HSO-60417/418/419/420: Señal de apertura de válvula.
- HSP-60417/418/419/420: Prueba de carrera parcial.
- ZIP-60417/418/419/420: Indicador de prueba de carrera parcial (falla/exitosa).
- XI-60417/418/419/420: Panel local energizado.
- PIT-60417A/418A/419A/420A: Transmisor indicador de presión.
- PIT-60417B/418B/419B/420B: Transmisor indicador de presión.
- TIT-60417/418/419/420: Transmisor indicador de temperatura.
- PG-60417A/418A/419A/420A: Manómetro del by-pass.
- PG-60417B/418B/419B/420B: Manómetro del sistema hidraúlico.
- PG-60417C/418C/419C/420C: Manómetro del sistema de nitrógeno.
- G-60417X/418X/419X/420X: Juntas aislantes para protección del **SPC**.

Todas las señales de campo convergerán en una junction box que recolectará las señales de campo para posteriormente ser enviadas al cuarto del control de la MLV.

La MLV-60417/418/419/420 contará con un gabinete local con selectores e indicadores locales descritos a continuación:

- HOA-60417/418/419/420: Selector para control local/remoto.
- HS-60417/418/419/420: Apertura/cierre e inicio de prueba de carrera parcial.
- XL-60417A/418A/419A/420A: Luz ambar – Falla común de motor-bomba.
- XL-60417B/418B/419B/420B: Luz ambar – Prueba de carrera parcial exitosa.
- XL-60417C/418C/419C/420C: Luz roja – cerrada.
- XL-60417D/418D/419D/420D: Luz verde – abierta.

D.2 Operación durante la emergencia operativa

La MLV-60417/418/419/420 contará con una línea de by-pass, 16"-GN-60417-D0A1/16"-GN-60418-D0A1/16"-GN-60419-D0A1/16"-GN-60420-D0A1 que servirá como medio de venteo en caso de registrarse una emergencia operativa. De ser así, se cerrarán las **MLV**´s que se encuentren a los extremos del tramo que presenta la emergencia y se abrirá la válvula de corte de 16" Ø del by-pass de la **MLV** correspondiente al extremo del tramo que se desea ventear. La razón de ventear es disminuir los esfuerzos a los que sea sometida la tubería y evitar una mayor propagación. El by-pass contará en los venteos con tapas de apertura rápida tipo "Davit".

De igual manera, las MLV-60417/418/419/420 contarán con un sistema de detección de ruptura de línea "Line Break" en caso de fuga de gas el cual supervisa continuamente la dinámica de la presión de la tubería para proporcionar una detección temprana de las roturas de la tubería e iniciará el movimiento automático del actuador a posición segura. Este mecanismo se da mediante el monitoreo de la presión de la línea mediante

los Transmisores Indicadores de Presión PIT-60417A/418A/419A/420A y PIT- 60417B/418B/419B/420B y su variación en una diferencia de tiempo finita. Si se detecta una variación creciente de la presión en un intervalo de tiempo constante se activará el sistema y es señal de ruptura de línea.

Aguas abajo de la MLV-60420 se encuentra la junta aislante MDJ-40421, la cual es la llegada a la estación de compresión 4 CS-4.

E. Tramo estación de compresión 4 (CS-4) – Estación de medición, regulación y control Puerto Libertad

El tramo **CS-4 – EMRyC** Puerto Libertad, 48"-GN-60500-D0A2, está compuesto por cinco válvulas de seccionamiento e inicia en la junta monolítica MDJ-40401 de 48" Ø a la salida de la CS-4 donde aguas abajo se encuentra la primera válvula de seccionamiento MLV-60522 de 48" Ø ANS 600 en el km 661+100 , aguas abajo se encuentra la segunda válvula de seccionamiento MLV-60523 de 48" Ø ANS 600 en el km 688+650, posterior a ésta se encuentra la tercera válvula de seccionamiento MLV-60524 de 48" Ø ANS 600 en el km 717+300, continuando en el proceso se encuentra la cuarta válvula de seccionamiento MLV-60525 de 48" Ø ANS 600 en el km 744+200, por último se tiene la quinta válvula de seccionamiento MLV-60420 de 48" Ø ANS 600 en el km 772+350. El tramo **CS-4** – EMRyC Puerto Libertad contará con un sistema de protección catódica **SPC** a lo largo del gasoducto para protección contra la corrosión, por lo que se tendrán juntas aislantes en aquellos sistemas que requieran aislamiento eléctrico.

A continuación, se describe la filosofía de operación de las válvulas de seccionamiento, cabe mencionar que la operación para las cuatro es el mismo.

E.1 Operación normal

Las MLV-60522/523/524/525/526 serán actuadas mediante un actuador electrohidráulico y estarán conectadas de manera remota al SCADA mediante la UTR de la **MLV**.

Durante operación normal, la **MLV** estará completamente abierta y el operador tendrá la opción de accionamiento mediante las botoneras de apertura HSO-60522/523/524/525/526 y cierre HSC-60522/523/524/525/526. La **MLV** contará con un actuador electrohidráulico compuesto por un tanque acumulador de aceite, diseñado para tres carreras de apertura/cierre. El tanque acumulador de aceite contará con dispositivos de seguridad y monitoreo como, válvula de alivio, manómetro, indicador de nivel LG-60522/523/524/525/526 e interruptor de nivel LSL-60522/523/524/525/526; en caso de bajo nivel de aceite el LSL-60522/523/524/525/526 se activará enviando la señal al operador y no se podrá accionar el actuador hasta su restablecimiento.

El actuador electrohidráulico será alimentado de aceite mediante la bomba BBA-60522/523/524/525/526 para su accionamiento quien recibirá la señal de apertura/cierre desde la UTR o localmente. La bomba BBA-60522/523/524/525/526 tendrá indicadores locales y remotos de falla común Motor-Bomba que indicarán mediante el SCADA sobre el fallo y activará la señal color ambar en el panel local de control. En caso de cierre de la **MLV** se activará la válvula solenoide SCV-60522/523/524/525/526 permitiendo el paso de aceite hacia el actuador. En caso de apertura se activará la válvula solenoide SOV- 60522/523/524/525/526 para permitir el regreso del aceite al tanque de aceite y así poder abrir la **MLV.**

Los actuadores de las **MLV**´s son de doble resorte y en caso de falla conservará la última posición (fail last).

El sistema hidráulico contará con un tanque de nitrógeno para evitar la formación de espuma en el aceite durante alguna carrera apertura/cierre.

Las MLV-60522/523/524/525/526 contará con las siguientes señales e instrumentos de monitoreo y control:

- HI-60522/523/524/525/526: Botonera de selección local/remoto.

- ZIC-60522/523/524/525/526: Indicador de posición cerrado.
- ZIO-60522/523/524/525/526: Indicador de posición abierto.
- HSC-60522/523/524/525/526: Señal de cierre de válvula.
- HSO-60522/523/524/525/526: Señal de apertura de válvula.
- HSP-60522/523/524/525/526: Prueba de carrera parcial.
- ZIP-60522/523/524/525/526: Indicador de prueba de carrera parcial (falla/exitosa).
- XI-60522/523/524/525/526: Panel local energizado.
- PIT-60522A/523A/524A/525A/526A: Transmisor indicador de presión.
- PIT-60522B/523B/524B/525B/526B: Transmisor indicador de presión.
- TIT-60522/523/524/525/526: Transmisor indicador de temperatura.
- PG-60522A/523A/524A/525A/526A: Manómetro del by-pass.
- PG-60522B/523B/524B/525B/526B: Manómetro del sistema hidraúlico.
- PG-60522C/523C/524C/525C/526C: Manómetro del sistema de nitrógeno.
- IG-60522X/523X/524X/525X/526X: Juntas aislantes para protección del **SPC**.

Todas las señales de campo convergerán en una junction box que recolectará las señales de campo para posteriormente ser enviadas al cuarto del control de la **MLV**.

La MLV-60522/523/524/525/526 contará con un gabinete local con selectores e indicadores locales descritos a continuación:

- HOA-60522/523/524/525/526: Selector para control local/remoto.
- HS-60522/523/524/525/526: Apertura/cierre e inicio de prueba de carrera parcial.
- XL-60522A/523A/524A/525A/526A: Luz ambar – falla común de motor-bomba.
- XL-60522B/523B/524B/525B/526B: Luz ambar – prueba de carrera parcial exitosa.
- XL-60522C/523C/524C/525C/526C: Luz roja – cerrada.
- XL-60522D/523D/524D/525D/526D: Luz verde – abierta.

E.2 Operación surante la emergencia operativa

La MLV-60522/523/524/525/526contará con una línea de by-pass, 16"-GN-60522-D0A1/16"-GN-60523-D0A1/16"-GN-60524-D0A1/16"-GN-60525-D0A1/16"-GN-60526-D0A1 que servirá como medio de venteo en caso de registrarse una emergencia operativa. De ser así, se cerrarán las **MLV´**s que se encuentren a los extremos del tramo que presenta la emergencia y se abrirá la válvula de corte de 16" Ø del by-pass de la **MLV** correspondiente al extremo del tramo que se desea ventear. La razón de ventear es disminuir los esfuerzos a los que sea sometida la tubería y evitar una mayor propagación. El by-pass contará en los venteos con tapas de apertura rápida tipo "Davit".

De igual manera, las MLV-60522/523/524/525/526 contarán con un sistema de detección de ruptura de línea "Line Break" en caso de fuga de gas el cual supervisa continuamente la dinámica de la presión de la tubería para proporcionar una detección temprana de las roturas de la tubería e iniciará el movimiento automático del actuador a posición segura. Este mecanismo se da mediante el monitoreo de la presión de la línea mediante

los transmisores indicadores de presión PIT-60522A/523A/524A/525A/526A y PIT-60522B/523B/524B/525B/526B y su variación en una diferencia de tiempo finita. Si se detecta una variación creciente de la presión en un intervalo de tiempo constante se activará el sistema y es señal de ruptura de línea.

Aguas abajo de la MLV-60526 se encuentra la junta aislante MDJ-50421, la cual es la llegada a la **EMRyC** Puerto Libertad en la cual termina el ducto frontera – Puerto Libertad para su posterior entrega y acondicionamiento.

F. Sistemas de control en estaciones de compresión

Las estaciones de compresión **CS-1, CS-2, CS-3 y CS-**4, contará con tres sistema de control los cuales son: un **SCP**, un sistema de paro por emergencia y un sistema de fuego y gas, para el caso de la estación **EMRyC** Puerto Libertad solo se contará con **SPE** y **SFG**, la función del sistema de control de proceso se realizará mediante una RTU.

Los sistemas de control serán independientes y estarán alojados en el cuarto de control principal de cada estación; estos sistemas deberán ser controlados por sistemas independientes y estar intercomunicados entre sí mediante comunicación Ethernet, enlazados al sistema SCADA. Las estaciones de MLV contarán con UTR que serán enlazadas al cuarto de control de la **EMRyC** de Puerto Libertad y al sistema SCADA.

Las señales de la E**MRyC** ubicada en Puerto Libertad se enlazarán al CC Centralizado ubicado en la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad. A este CC Centralizado también llegará la información clave de **MLV**'s, y de las estaciones **CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4**.

Para llevar a cabo el buen funcionamiento de la estación de compresión bajo condiciones normales de operación y control y salvaguardar la integridad del personal operativo de la instalación, se contará con los sistemas descritos a continuación.

F.1 Sistemas de Control Proceso

Las Estaciones de Compresión contarán con un **SCP**, el cual estará localizado en el **CCP**. Su funcionamiento está basado en una arquitectura de controlador maestro para enlazar las variables de operación, supervisión y control de los sistemas de proceso y servicios auxiliares.

El **SCP** tendrá la capacidad de recibir y configurar las señales de los instrumentos inteligentes de manera confiable, y poder monitorear el estado de la instrumentación en campo, la configuración de parámetros y estrategias de control.

El monitoreo y control de las variables de proceso será en tiempo real y el **SCP** tendrá la facultad de manejar datos históricos para efectos de análisis y reportes.

Así mismo, el **SCP** contará con redundancia en redes de comunicación para la integración al sistema SCADA a fin de monitorear las variables operativas desde este sistema.

El SCP desarrollará las funciones de control y supervisión de toda la instrumentación de campo y equipos paquete involucrados con el sistema. Deberá proporcionar al operador todas las disposiciones que permitan un funcionamiento completamente continuo y fácil de todas las instalaciones de la Estación.

El sistema de control de procesos estará compuesto por un PLC principal en donde se integrará la lógica de programación de etiquetas y marcas, para el envío de datos al sistema SCADA mediante las redes de comunicación redundantes.

El **SCP** tendrá la capacidad de recibir y configurar las señales de los instrumentos inteligentes de manera confiable, y poder monitorear el estado de la instrumentación en campo, la configuración de parámetros y estrategias de control.

El monitoreo y control de las variables de proceso será en tiempo real y el **SCP** tendrá la facultad de manejar datos históricos para efectos de análisis y reportes.

El SCP deberá integrar su información al sistema SCADA mediante redes de comunicación redundantes, a fin de monitorear las variables operativas desde este sistema.

Tabla II.35. Documentos de referencia SCP.

Nombre	Clave plano	Anexo
Arquitectura del Sistema de Control de Proceso EMRyC Puerto Libertad	SM-0500-WOR-IC-DWG-00001-00-signed.pdf	**Anexo II.9.** Planos Arquitectura del SCP
Arquitectura del Sistema de Control de Proceso CS-1	SM-0100-WOR-IC-DWG-00001-00-signed.pdf	
Arquitectura del Sistema de Control de Proceso CS-2	SM-0200-WOR-IC-DWG-00001-00-signed.pdf	
Arquitectura del Sistema de Control de Proceso CS-3	SM-0300-WOR-IC-DWG-00001-00-signed.pdf	
Arquitectura del Sistema de Control de Proceso CS-4	SM-0400-WOR-IC-DWG-00001-00-signed.pdf	
Arquitectura del Sistema de Control de Proceso Gasoducto TGSM	SM-0600-WOR-IC-DWG-00001-00-signed.pdf	

F.2 Sistemas de Paro por Emergencia

Las estaciones de compresión contarán con un **SPE** localizado en el **CCP**. El sistema de paro por emergencia contará con una interfaz de comunicación “Ethernet” con el **SCP** para monitorear el estado de las variables de proceso.

La función principal del **SPE** es monitorear las variables relacionadas con las funciones de seguridad y en caso de presentarse alguna condición no segura, activar los elementos finales de control para mantener el área de compresión segura y salvaguardar la integridad del personal operativo y de las instalaciones. El **SPE** estará en comunicación con el **SCP**, diseñado de acuerdo con la arquitectura del **SPE**. Así mismo el **SPE** tendrá comunicación con el **SFG**.

- El sistema de paro por emergencia de la estación contará con los siguientes niveles de paro:
- Nivel 1 (con venteo): Paro de turbocompresores, se activa el aislamiento de la Estación de Compresión mediante el cierre de las válvulas de cierre de paro por emergencia (ESDV) enlazadas al **SPE** de la **EC** y abriendo las **BDV**.
- Nivel 2 (sin venteo): Paro de turbocompresores con recirculación, se activa el aislamiento mediante el cierre de las **SDV** en la succión y descarga de los turbocompresores y apertura de las válvulas de hot-bypass y anti-surge para asegurar un paro seguro.

El gabinete de control del **SPE** enviará señales con cableado físico al panel de control de turbocompresores (PLC TC), cerrando las **SDV** de succión y descarga durante un paro de emergencia y abriendo las **BVD** automáticas para desfogue de la **EC**, dependiendo del nivel de paro.

El **SPE** deberá ser capaz de, al menos, llevar a cabo las siguientes acciones básicas dependiendo de la combinación de las siguientes causas:

- La activación de las estaciones manuales del **SPE** y/o **SFG** en el cuarto de control.
- La activación de la estación manual en salidas de emergencia y puertas de acceso.
- La activación de la estación manual del área del turbocompresor del **SPE** y/o **SFG.**
- Pérdida de estado "abierto" de las válvulas **ESDV** de corte de paro por emergencia.
- Pérdida de estado "cerrado" de las válvulas de venteo **BDV**.
- Alta-alta presión a la salida de la estación.
- Baja-baja presión a la entrada de la estación.
- Activación de un botón de emergencia asociado al **SPE**.
- Baja-baja presión en el sistema de aire de instrumentos.
- Después de la confirmación de al menos dos detectores de fuego y gas.
- Alto-alto nivel de líquido de condensados en los filtros separadores.

Tabla II.36. Documentos de referencia SPE.

Nombre	Clave plano	Anexo
Arquitectura del Sistema de Paro por Emergencia EMRyC Puerto Libertad	SM-0500-WOR-IC-DWG-00002-00-signed.pdf	**Anexo II.10.** Planos Arquitectura del SCP
Arquitectura del Sistema de Paro por Emergencia CS-1	SM-0100-WOR-IC-DWG-00002-00-signed.pdf	
Arquitectura del Sistema de Paro por Emergencia CS-2	SM-0200-WOR-IC-DWG-00002-00-signed.pdf	
Arquitectura del Sistema de Paro por Emergencia CS-3	SM-0300-WOR-IC-DWG-00002-00-signed.pdf	
Arquitectura del Sistema de Paro por Emergencia CS-4	SM-0400-WOR-IC-DWG-00002-00-signed.pdf	

F.3 Sistemas de Fuego y Gas

Las estaciones de compresión contarán con un sistema de detección de fuego y gas, el cual estará localizado en el **CCP**; tendra como función principal detectar oportunamente un conato de incendio o fuga de gases/vapores inflamables para alertar al personal y para ejecutar las funciones de seguridad necesarias para la protección de las personas y se minimicen los daños materiales y pérdidas económicas. El sistema de **FG** contará con una interfaz de comunicación con el **SCP** para monitorear el estado y las condiciones del sistema.

El **SFG** estará conformado por detectores de gas combustible, detectores de flama, alarmas audibles y visibles en exteriores e interiores, estaciones manuales y de abandono. Todos los dispositivos serán cableados físicamente al **SFG** ubicado en el cuarto de control de la estación.

El equipo y la operación del **SFG** deben ser totalmente independientes en hardware y software del **SCP** y del **SPE**.

Todas las señales entre del **SFG** y el **SPE** deberán estar cableadas físicamente, para asegurar la comunicación entre ambos sistemas. En caso de confirmación de fuego y/o presencia de gas (al menos 2 detectores) dentro de la zona de proceso, de acuerdo con la matriz de causa efecto del **SPE**, se notificará al **SPE** para llevar a la estación a una condición segura.

La selección del tipo de tecnología de detección se basa en la identificación de riesgos y su diseño se apega a los requerimientos de la norma NFPA 72, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Características de combustión.
- La tasa de crecimiento del incendio.
- Los riesgos de fuegos y de explosiones.
- La naturaleza y las propiedades de las sustancias que se almacenan, procesan o manejan.
- Las condiciones ambientales.
- Las cantidades de los materiales inflamables y combustibles.

El **SFG** será diseñado, construido y mantenido de forma que se eviten interrupciones no programadas, brindando una disponibilidad de 99.99 % (SIL 2), como mínimo. El requerimiento SIL deberá ser confirmado por el análisis de riesgo desarrollado durante la ingeniería de detalle.

A través de su lógica, el **SFG** realizará las acciones oportunas de forma segura y confiable para la activación de los sistemas contra incendio, alarmas audibles y alarmas visibles, previniendo al personal de las situaciones detectadas de peligro.

El **SFG** será independiente y estará alojado en el cuarto de gabinetes de la instalación. En las estaciones de compresión el **SFG** se comunicará con el sistema de paro por emergencia para efectuar el cierre automático de las válvulas de corte por presencia de fuego, así como otras funciones instrumentadas de seguridad que resulten del análisis de riegos que se llevará a cabo durante la ingeniería de detalle, así mismo estará enlazado con el sistema **SCADA** para su monitoreo.

El **SFG** estará basado en un controlador lógico programable de arquitectura modular para las operaciones de supervisión y control de toda la instrumentación de campo.

Para más detalles ver la siguiente tabla.

Tabla II.37. Documentos de referencia SFG.

Nombre	Clave plano	Anexo
Estación de Compresión CS1		**Anexo II.11.** Planos Arquitectura del SFG
Arquitectura del Sistema de Detección de Humo, Gas y Fuego	SM-0100-WOR-SF-SCD-00001-00-signed.pdf	
Estación de Compresión CS-2		
Arquitectura del Sistema de Detección de Humo, Gas y Fuego	SM-0200-WOR-SF-SCD-00001-00-signed.pdf	
Estación de Compresión CS-3		
Arquitectura del Sistema de Detección de Humo, Gas y Fuego	SM-0300-WOR-SF-SCD-00001-00-signed.pdf	
Estación de Compresión CS-4		

Nombre	Clave plano	Anexo
Arquitectura del Sistema de Detección de Humo, Gas y Fuego	SM-0400-WOR-SF-SCD-00001-00-signed.pdf	
EMRyC Puerto Libertad		
Arquitectura del Sistema de Detección de Humo, Gas y Fuego	SM-0500-WOR-SF-SCD-00001-00-signed.pdf	

F.4 Sistemas de Detección de Intrusos

El sistema de detección de intrusión tiene como objetivo principal detectar en oportunidad cualquier intento de entrada no autorizada o posible daño a las instalaciones del proyecto, como una forma de mantener la operación de este sin contratiempos.

Para la Estación de Compresión, la **EMRyC** al menos se debe considerar:

- Detección de intrusión perimetral.
- Sensores PIR.
- Contactos magnéticos en puertas.
- Para las estaciones de MLV´s, al menos se debe considerar: o Sensores PIR.
    - Contactos magnéticos en puertas.
    - Detección de intrusión perimetral.

El sistema de detección de intrusión perimetral deberá utilizar fibra óptica como elemento sensor, por lo que deberá ser tendida a lo largo de la barda perimetral para detectar por medio de la flexión o vibración del cable y mediante un análisis computacional de las señales generadas por dicha flexión, el ingreso ilegal de intrusos que pongan en riesgo la integridad y operación del proyecto.

El sistema debe detectar varios eventos simultáneos por lo que deberá contar con diferentes zonas de detección, deberá actuar de manera automática en cualquiera de las situaciones que a continuación se describen: por presencia de intrusos en portones de acceso, por vibración en barda perimetral y en caso de corte del cable sensor, el sistema deberá notificar inmediatamente el incidente incluyendo la ubicación de este, la detección de intrusión debe continuar hasta el punto de corte.

El sistema de detección de intrusión debe tener interfaz con el sistema de **CCTV**, para que, en caso de generar una alarma por intrusión, el sistema de **CCTV** posicione automáticamente la cámara más cercana al evento para la visualización y grabación de este. Para más detalle ver la especificación sistemas de telecom (enlace de datos, voz, voz y datos, CCTv e intrusión).

Tabla II.38. Documentos de referencia SDI.

Nombre	Clave plano	Anexo
Especificación sistemas de Telecomm CS1 (Enlace de datos, voz y datos, CCTV e intrusión)	SM-0100-WOR-TE-SPC-00001-00-signed.pdf	**Anexo II.12.** Especificaciones del SDI
Especificación sistemas de Telecomm CS2 (Enlace de datos, voz y datos, CCTV e intrusión)	SM-0200-WOR-TE-SPC-00001-00-signed.pdf	

Nombre	Clave plano	Anexo
Especificación sistemas de Telecomm CS3 (Enlace de datos, voz y datos, CCTV e intrusión)	SM-0300-WOR-TE-SPC-00001-00-signed.pdf	
Especificación sistemas de Telecomm CS4 (Enlace de datos, voz y datos, CCTV e intrusión)	SM-0400-WOR-TE-SPC-00001-00-signed.pdf	
Especificación sistemas de Telecomm EMRyC (Enlace de datos, voz y datos, CCTV e intrusión)	SM-0500-WOR-TE-SPC-00001-00-signed.pdf	

F.5 Sistemas de Detección de Fugas

El principio de operación del sistema de detección de fugas debe ser de los sistemas más reconocidos a nivel mundial y la cobertura de dicho sistema será tal, que asegure el monitoreo en los tramos del gasoducto de conformidad con la NOM-007-SECRE en su última edición.

El sistema está compuesto por las unidades de interrogación las cuales deben utilizar reflectometría óptica coherente en el dominio del tiempo para reconstruir las señales acústicas presentes a lo largo del cable sensor desde la retro dispersión inherente del principio de Rayleigh, creada a partir del tránsito de un impulso de luz que se transmite por una FO.

Las condiciones locales determinadas por el cable sensor de FO deben modular la señal de luz retro dispersada, permitiendo que las señales acústicas se reconstituyan a partir de la señal luminosa de retro dispersión.

El sistema debe ser inmune a la variación lineal a lo largo del sensor (las señales fuertes cerca del sensor no impiden la recepción de las señales silenciosas distantes a lo largo de la distancia cubierta por el sensor), a la interferencia externa deliberada o a la interferencia causada por radiación electromagnética e intrínsecamente seguro por lo que no debe involucrar ninguna señal electrónica o eléctrica activa a lo largo del cable sensor de FO.

Como parte del diseño, será posible montar múltiples interrogadores en un solo cable de FO en los puntos de unión adecuados, y ponerlos en red entre sí para crear la capacidad de monitorear el ducto y las instalaciones superficiales desde una sola ubicación remota.

La posición de la FO en la trayectoria del ducto, será de acuerdo con la solución y recomendaciones del proveedor, el sistema debe contar con un algoritmo de procesamiento acústico altamente sofisticado que analizase el mayor número de señales acústicas en paralelo y en tiempo real que proporcione un medio automatizado para la detección, clasificación y localización de eventos acústicos específicos relacionados con fugas a lo largo del ducto según sea el caso.

El sistema debe alertar al operador acerca de la presencia de actividades específicas que se llevan a cabo en cualquier punto monitoreado a lo largo del ducto, para más detalle ver especificación de detección de fugas **SM-0600-WOR-TE-SPC-00001-00_signed (Anexo II.13. Especificaciones del SDF)**.

F.6 Sistemas de CCTV

El sistema de CCTV deberá operar los 365 días del año, para videovigilar las instalaciones en cada una de las estaciones de compresión, la EMRyC, y las MLV´s, deberá contar con cámaras de video ubicadas estratégicamente las cuáles permitirán el monitoreo dentro y fuera de edificios, así como en áreas de operación del proyecto. Las cámaras serán instaladas en postes, con sus respectivos accesorios para montaje.

El Sistema de CCTV deberá ser naturalmente escalable, tanto en el hardware como en el software, para permitir futuras expansiones sin cambios significativos en su configuración. Y podrá ser integrado con el Sistema de Fuego y Gas, Sistema de Detección de Intrusos y Sistema de Control de Acceso.

Las cámaras de video deberán ser integradas a la red de datos a través del equipo LAN switch más cercano a las cámaras. Las señales de video captadas por las cámaras deberán ser transmitidas a través de cable UTP cat. 6, de 4 pares, con conductores calibre 23 AWG para el caso de estar colocadas a una distancia no mayor a 90 metros del equipo LAN switch.

En caso contrario se deberá utilizar cable de fibra óptica multimodo de 6 hilos OM3 50/125 µm, para operar en la ventana de 850 nm y los transceptores ópticos a 1 Gbps necesarios para la integración de las señales de video al sistema de administración en el Cuarto de Control para su visualización, almacenamiento y gestión.

El sistema de CCTV deberá operar de forma continua los 365 días del año las 24 horas del día bajo las condiciones operativas y ambientales presentes en el sitio. El equipo de grabación de video deberá tener capacidad suficiente para almacenar el video del total de las cámaras a instalar durante un periodo de 60 días.

Para más detalle ver especificaciones en la siguiente tabla II.40.

F.7 Sistemas de Comunicaciones

El Sistema de comunicación deberá proporcionar los servicios de voz y datos para establecer la comunicación entre las instalaciones involucradas en el proyecto, así como la correcta operación de las estaciones del **SCADA**, para el monitoreo y control de las Estaciones de Compresión, estaciones **MLV´s** del Gasoducto, **EMRyC.** Así como dejar preparaciones para la integración con el **SCADA** de la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad.

La red corporativa es la encargada de proveer los servicios de voz y datos a los usuarios del proyecto, así como interconectar los servicios de los sistemas de seguridad física (**CCTV**, detección de intrusión y control de acceso).

La red de voz y datos deberá implementarse mediante una topología de alta disponibilidad por medio de equipos **LAN** switch capa 3 y capa 2 en configuración stack redundantes los cuales permitirán la concentración de señales de red de los sistemas de telecomunicaciones.

Para mantener la seguridad e integridad de la información transportada en la red **LAN** de la planta, se deberán incluir equipos firewalls físicos (ciberseguridad) en configuración redundante y de alta disponibilidad para segmentar el tráfico industrial del corporativo, así como para la comunicación con la red en **CCR**.

Los aparatos telefónicos deberán ser VoIP compatibles con el equipo call manager a ser suministrado (o existente por TGSM) para asegurar una plena funcionalidad, se deberán considerar las licencias necesarias para su operación, así como soporte de alimentación PoE proporcionada por el **LAN** switch capa 2 y utilizando el cableado estructurado como medio de transmisión de la red LAN. Para más información ver especificaciones.

F.8 Ciberseguridad

El alcance para Ciberseguridad consiste en el cumplimiento de la normatividad **ISA/IEC 62443**, además de personal, hardware, software, y las políticas relacionadas con el funcionamiento del proceso industrial y que puede afectar o influir en su seguridad y fiabilidad.

Se debe considerar no solo la tecnología que comprende un sistema de control; También incluye personas y los procesos de trabajo necesarios para garantizar la seguridad, Integridad, fiabilidad y seguridad del sistema

de control. Para evitar ataques del tipo phishing, ransonware y ataques a la infraestructura critica se deberá establecer un nivel de seguridad.

Existen 4 niveles de seguridad y se deberá evaluar y cumplir con el nivel requerido para el proyecto, se deberán proponer los equipos necesarios para poder cumplir con el nivel de seguridad y se deberán hacer análisis de riesgos, **GAP** análisis, plantear soluciones a través de arquitecturas y diseños seguros, hardware, software, monitoreo de dispositivos, realizando mantenimientos, actualizaciones, parches y registro de incidentes.

Para lograr una protección eficiente se deberá considerar permisos, protección de antivirus, detección y respuesta. Para mayor información ver documento **SM-0000-WOR-TE-BOD-00001--S_00 (Anexo II.14. Bases de diseño Telecom)**.

G. Estación Villa Ahumada CS1

A continuación, se indica la descripción del proceso de alimentación, filtración, medición, regulación, compresión, enfriamiento y descarga de gas natural de la Estación de Compresión Villa Ahumada (**CS-1**), así como todos los servicios auxiliares asociados a los equipos principales. En la Estación de Compresión Villa Ahumada **CS-1**, el gas natural se recibe del punto de interconexión con el Gasoducto Tarahumara Pipeline de Fermaca y de la interconexión con la frontera (proveniente de Waha).

G.1 Alimentación a la Estación de Compresión CS1

G.1.1 Gasoducto Tarahumara

La alimentación del flujo de gas natural será a través del gasoducto Tarahumara, el cual suministrará un flujo máximo de 850 MMPCSD a una presión de operación de 4648 kPag (674 psig) y una temperatura normal de 25 °C (77 °F), entrando a la estación de compresión CS-1 a través de la línea 30"-GN-10100- D0A1, la cual contará con una junta aislante monoblock, MDJ-10101, para evitar la transición de corriente alterna.

Del cabezal de suministro 30"-GN-10100-D0A1, se interconecta la línea de 6"-GN-10107-D0A1, la cual abastecerá al paquete de gas combustible PK-FG-1001/2/34. Esta línea tiene como función suministrar gas para operar los motogeneradores durante el arranque de la estación de compresión CS-1. La línea 6"-GN-10107-D0A1 cuenta con dos válvulas checks seguidas de una válvula manual HV-10102C y HV- 10314, para que una vez trabajando la estación de compresión CS-1 en operación normal, estas válvulas se cierren y únicamente se suministre GN mediante la línea 6"-GN-10331-D0A1.

Aguas abajo de la junta MDJ-10101, se localiza la válvula automática de paro por emergencia ESDV- 10101A. Esta válvula contará con una línea de by-pass, 4"-GN-10107-D0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-10108A. La válvula manual de carga HV-10108A facilitará las operaciones de empacado, purgado; esta válvula contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-10108, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula.

Posterior a la ESDV-10101A, se contará con un PIT-10101 para monitorear la presión desde el SCP, el cual tendrá configurado una alarma por alta presión, baja presión y baja-baja presión. También sobre la línea 30"-GN-10100-D0A1, se contará con un TIT-10103 para monitorear la temperatura desde el SCP, el cual tendrá configurada una alarma por baja temperatura y alta temperatura.

G.1.2 Recepcion de la frontera (proveniente de Waha)

La alimentación del flujo de gas natural será a través de Waha, el cual suministrará un flujo máximo de 2702 MMPCSD con una presión de operación de 8476 kPag (1229 psig) y una temperatura normal de 42 °C (108 °F), entrando a la estación de compresión CS-1 a través de la línea 48"-GN-60100- D0A2, la cual contará con una junta aislante monoblock, MDJ-10421, para evitar la transición de corriente alterna.

Aguas abajo de la junta MDJ-10421 se localiza la Trampa de Recibo de Diablos, PR-GN-6001, para la limpieza e inspección del ducto. La trampa incluirá una válvula de bloqueo de 48” operada con motor eléctrico (XV-10405), un sensor local de paso de diablos, XS-10402; además de indicadores locales de presión tanto en la cubeta de la trampa, PG-10404, como en la línea de recibo, PG-10403.

El gas de pateo para el lanzamiento del diablo se obtiene de la línea 16"-GN-10406-D0A1, proveniente del cabezal 48"-GN-60100-D0A2.

Sobre el barril mayor de la trampa de diablos PR-GN-6001, se tiene la línea de venteo 3"-V-10404-D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gases; adicionalmente se tiene la línea de venteo 3"-V-10405- D0A1 que se conecta con la misma. Estas líneas tienen como propósito purgar el equipo PR-GN-6001 del gas natural entrampado posterior al lanzado del diablo sobre el ducto.

Aguas abajo de la trampa, sobre la línea 48"-GN-60100-D0A1, se tiene la Tee guiada BT-10402 para su conexión con la línea 48"-GN-10120-D0A2; posteriormente se tiene la Tee guiada BT-10401 para su conexión con la línea de venteo 16"-GN-10408-D0A1. El fin de la Tee guiada es poder dar libre paso al diablo sobre la tubería hacia el ducto.

Aguas abajo de la Tee Guiada BT-10402, se localiza la válvula automática de paro por emergencia ESDV-10402, esta válvula contará con una línea de by-pass, 4"-GN-10407-D0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-10403. La válvula manual de carga HV-10403 facilitará las operaciones de empacado, purgado. La válvula HV-10403, contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-10403, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula.

Previo a la ESDV-10402 se contará con un PIT-10402A para monitorear la presión desde el SCP, el cual tendrá configurado una alarma por alta presión, baja presión y alta-alta presión. También sobre la línea 42”-GN-10120-D0A1 se contará con un TIT-10402A para monitorear la temperatura desde el SCP, el cual tendrá configurada una alarma por alta-alta temperatura.

Del cabezal de suministro 42”-GN-10120-D0A1, se interconecta la línea de 6"-GN-10141-D0A1 la cual se interconectará con la línea 6"-GN-10107-D0A1 para abastecer al paquete de gas combustible PK-FG-1001/2/3/4. La línea 6"-GN-10141-D0A1 cuenta con una válvula check seguida de una válvula manual HV-10103C, para que una vez trabajando la estación de compresión CS-1 en operación normal, esta válvula se cierre y únicamente se suministre GN mediante la línea 6”-GN-10331-D0A1.

G.2 Filtración

G.2.1 Gasoducto Tarahumara

El gas natural proveniente del gasoducto Tarahumara ingresará a los filtros separadores tipo coalescedor en un arreglo 2+0 (FS-GN-1001/FS-GN-1002) por medio de la línea 30”-GN-10100-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 30”-GN-10100-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-10109-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-10101B con su placa RO-10101 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 8”-V-10503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-1001.

El gas natural que proviene del cabezal de alimentación 30"-GN-10100-D0A1 se envía hacia los filtros separadores FS-GN-1001/FS-GN-1002 por las líneas 20"-GN-10101-DA01 & 20”-GN-10102-D0A1, respectivamente. La operación del filtrado de gas se realizará con un filtro en operación y el otro de relevo.

Al final del cabezal de alimentación 30"-GN-10100-D0A1, posterior a los ramales de alimentación de los filtros, se encuentra una válvula de bloqueo con motor eléctrico de 30”, XV-10104A, la cual se instalará para la interconexión entre el gas proveniente del gasoducto Tarahumara y el gas proveniente de la frontera.

La presión diferencial de cada uno de los filtros será monitoreada por transmisores indicadores de presión diferencial, los cuales a su vez mediante un panel local enviarán la señal a los indicadores de presión diferencial PDI-10101/10102; estos indicadores tendrán la función de monitorear la saturación del equipo mediante la caída de presión. La máxima caída de presión permisible será de 70 kPa (10.0 psi).

Al presentarse una caída de presión igual o mayor a la máxima permisible se enviará una señal electrónica analógica de 4–20 mA con protocolo HART a través del SCP. Los PDI-10101/10102 estarán configurados con alarmas por alta presión diferencial y alta-alta presión diferencial. Estas alarmas serán desplegadas en el HMI y notificarán al operador que es necesario realizar mantenimiento al filtro en operación.

Los filtros tendrán instrumentación local para monitorear las variables de presión y temperatura, TG- 10101/2 y PG-10101/2.

La línea de succión al filtro FS-NG-1001, 20"-GN-10101-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-10102A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 20"-GN-10103-D0A1, cuenta con una válvula XV-10103A.

La línea de succión al filtro FS-GN-1002, 20"-GN-10102-D0A1, cuenta con la válvula operada por motor eléctrico XV-10102B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 20"-GN-10104-D0A1, cuenta con una válvula XV-10103B.

La principal función de estas válvulas es aislar de la operación o permitirles su operación a los filtros en el proceso, según sea el caso.

En el evento de que salga de operación el filtro principal FS-NG-1001, se deberán abrir la XV-10102B/3B y posterior a ello cerrar las válvulas XV-10102A/3A.

El condensado que se recupere en cada uno de los filtros se canalizará a la pierna de nivel y será monitoreado por un indicador de nivel local LG-10101A/B y LG-10102A/B, y un transmisor indicador de nivel LIT-10101A/B y LIT-10102A/B, con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo-bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SCP por medio de un lazo de 4-20 mA HART, accionando las válvulas de nivel.

Así mismo se contará con transmisores indicadores de nivel redundantes LIT-10101C/D y LIT-10102C/D con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo-bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SPE para tomar las medidas necesarias, para evitar el arrastre de condensados que puedan causar daños a los turbocompresores.

El condensado proveniente de los filtros FS-GN-1001/1002 será enviado a través de la línea 2"-CD-10100/10101-A0A1, en donde aguas abajo se cuenta con un transmisor indicador de flujo (FIT- 10101/10102), el cual enviará una señal al SCP de alarma por alto-alto flujo y alto flujo. También se contará con una placa de orificio (RO-10103/10104), la cual reducirá la presión en el límite del equipo paquete de los filtros, para que el fluido circule hasta el cabezal 4"-CD-10600-A0A1 que descarga al recipiente.

El condensado será enviado mediante el accionamiento de las válvulas de nivel automático tipo on/off, LV-10101/10102 y LV-10103/10104. El accionamiento de apertura y cierre de estas válvulas será por acción eléctrica de 24 VCD, mediante las válvulas solenoide de tres vías, las cuales recibirán señal de los transmisores de nivel LIT-10101A/B y LIT-10102A/B. Las válvulas de control de nivel abrirán cuando se presente un nivel alto accionado por el comando configurado LSH-10101A/B, LSH-10102A/B y cerrarán una vez que se detecte bajo nivel a través del mando configurado LSL-10101A/B y LSL-10202A/B.

Cuando falle el suministro de aire en el actuador de las válvulas de nivel, estas cerrarán completamente y su estatus se verificará desde el SCP. Las válvulas de nivel están equipadas con actuador neumático de pistón de acción doble y usarán como fuerza motriz la presión del aire de instrumentos. Para el mantenimiento de

estas válvulas de control de nivel, existe un bypass con válvula de corte manual tipo bola de 2", en posición normalmente cerrada.

Para protección de una sobrepresión en los filtros, se contará con una válvula de seguridad por cada filtro, PSV-10101/10102, con una presión de ajuste de 9928 kPag (1440 psig). Estas válvulas desfogarán a un sitio seguro hacia la atmósfera a través de las líneas 2"-V-10106/10107-A0A1.

El gas filtrado será enviado a través de las líneas 20"-GN-10103/10104-D0A1 que se conectan con el cabezal común 30"-GN-10105-D0A1, el cual alimenta al patín de regulación RS-GN-1001/2.

Este cabezal común de descarga 30"-GN-10105-D0A1 cuenta con una válvula XV-10105A al final del cabezal, posterior a los ramales de descarga de los filtros, dicha válvula se instalará para interconectar el gas proveniente del gasoducto Tarahumara y el gas proveniente de Waha.

Adicionalmente, se cuenta con un bypass entre el cabezal de entrada y salida de los filtros separadores FS-GN-1001 / FS-GN-1002, 30"-GN-10100-D0A1 y 30"-GN-10105-D0A1; donde se instalará la válvula de bloqueo operada con motor eléctrico XV-10104B. Este bypass dará flexibilidad para enviar gas natural hacia el Gasoducto de Tarahumara.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 30"-GN-10105-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-10108-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-10102D con su placa RO-10102 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 8"-V-10503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-1001.

G.2.2 Recepcion de la frontera (proveniente de Waha)

El gas natural proveniente de Waha ingresará a los filtros separadores tipo coalescedor en un arreglo 4+1 (FS-GN-1003/FS-GN-1004/ FS-GN-1005/FS-GN-1006/FS-GN-1007) por medio de la línea 42"-GN-10120-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42"-GN-10120-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-10111-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-10103D con su placa RO-10111 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 8"-V-10503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-1001.

El gas natural que proviene del cabezal 42"-GN-10120-D0A1 se envía hacia los filtros separadores FS- GN-1003/FS-GN-1004/FS-GN-1005/FS-GN-1006/FS-GN-1007 por las líneas 24"-GN-10121/10122/ 10143/10145/10153-D0A1, respectivamente.

El cabezal de alimentación 42"-GN-10120-D0A1 se interconectará con el cabezal de alimentación proveniente de Tarahumara 30"-NG-10100-D0A1, mediante la válvula manual XV-10104A, cada uno mantendrá su tren de operación.

La presión diferencial de cada uno de los filtros será monitoreada por transmisores indicadores de presión diferencial, los cuales a su vez mediante un panel local enviarán la señal a los indicadores de presión diferencial PDI-10111/10112/10121/10122/10131; estos indicadores tendrán la función de monitorear la saturación del equipo mediante la caída de presión. La máxima caída de presión permisible será de 70 kPa (10.0 psi).

Al presentarse una caída de presión igual o mayor a la máxima permisible se enviará una señal electrónica analógica de 4–20 mA con protocolo HART a través del SCP. Los PDI-10111/10112/10121/10122/10131 estarán configurados con alarmas por alta presión diferencial y muy alta presión diferencial. Estas alarmas serán desplegadas en el HMI y notificarán al operador que es necesario realizar mantenimiento al filtro en operación.

Los filtros tendrán instrumentación local para monitorear las variables de presión y temperatura, TG-10104/5/6/7/8 y PG-10103/4/5/6/7.

La línea de succión al filtro FS-GN-1003, 24"-GN-10121-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-10112A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-10123-D0A1, cuenta con una válvula XV-10113A.

La línea de succión al filtro FS-GN-1004, 24"-GN-10122-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-10112B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-10124-D0A1, cuenta con una válvula XV-10113B.

La línea de succión al filtro FS-GN-1005, 24"-GN-10143-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-10122A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-10142-D0A1, cuenta con una válvula XV-10123A.

La línea de succión al filtro FS-GN-1006, 24"-GN-10145-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-10122B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-10144-D0A1, cuenta con una válvula XV-10123B.

La línea de succión al filtro FS-GN-1007, 24"-GN-10153-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-10132A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-10152-D0A1, cuenta con una válvula XV-10133B.

La principal función de estas válvulas es aislar de la operación o permitirles su operación a los filtros en el proceso, según sea el caso.

En el evento de que salga de operación el filtro principal FS-GN-1004/1005/1006/1007, se deberá abrir la válvula XV-10106 para que el flujo continúe sobre el cabezal 42"-GN-10120-D0A1 hacia el filtro de respaldo FS-GN-1003, donde se deberán abrir la XV-10112A/10113A y posterior a ello cerrar las válvulas de bloqueo del filtro que saldrá de operación.

El condensado que se recupere en cada uno de los filtros se canalizará a la pierna de nivel y será monitoreado por un indicador de nivel local LG-10111A/B, LG-10112A/B, LG-10121A/B, LG-10122A/B y LG-10131A/B, y un transmisor indicador de nivel LIT-10111A/B, LIT-10112A/B , LIT-10121A/B, LIT- 10122AB y LIT-10131A/B con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo-bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SCP por medio de un lazo de 4-20 mA HART, accionando las válvulas de nivel.

Así mismo, se contará con transmisores indicadores de nivel redundantes LIT-10111C/D, LIT-10112C/D, LIT-10121C/D, LIT-10122A/B y LIT-10131C/D con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo- bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SPE para tomar las medidas necesarias, para evitar el arrastre de condensados que pueda causar daños a los turbocompresores.

El condensado proveniente de los filtros FS-GN-1003/1004/1005/1006/1007 será enviado a través de la línea 2"-CD-10120/10121/10140/10141/10150-A0A1, en donde aguas abajo se cuenta con un transmisor indicador de flujo (FIT-10103/10104/10105/10106/10107), el cual enviará una señal al SCP de alarma por alto-alto flujo y alto flujo. También se contará con una placa de orificio (RO- 10105/10106/10107/10108/10109), la cual reducirá la presión en el límite del equipo paquete de los filtros, para que el fluido circule hasta el cabezal 4"-CD-20600-A0A1 que descarga al recipiente.

El condensado será enviado mediante el accionamiento de las válvulas de nivel automático tipo on/off, LV-10105/10106, LV-10107/10108, LV-10109/10110 y LV-10111/10112. El accionamiento de apertura y cierre de estas válvulas será por acción eléctrica de 24 VCD, mediante las válvulas solenoide de tres vías, las cuales recibirán señal de los transmisores de nivel LIT-10111A/B, LIT-10112A/B, LIT-10121A/B, LIT- 10122A/B y LIT-10131A/B. Las válvulas de control de nivel abrirán cuando se presente un nivel alto accionado por el comando configurado LSH-10111A/B, LSH-10112A/B y LSH-10121A/B, LSH-10122A/B y LSH-10131A/B cerrarán una

vez que se detecte bajo nivel a través del mando configurado LSL- 10111A/B, LSL-10212A/B, LSL-10221A/B, LSL-10122A/B y LSL-10131A/B.

Cuando falle el suministro de aire en el actuador de las válvulas de control de nivel, estas cerrarán completamente y su estatus se verificará desde el SCP. Las válvulas de nivel están equipadas con actuador neumático de pistón de acción doble y usarán como fuerza motriz la presión del aire de instrumentos. Para el mantenimiento de estas válvulas de control de nivel, existe un bypass con válvula de corte manual tipo bola de 2”, en posición normalmente cerrada.

Para protección de una sobrepresión en los filtros, se contará con una válvula de seguridad por cada filtro, PSV-10103/10104/10105/10106/10107, con una presión de ajuste de 9928 kPag (1440 psig). Estas válvulas desfogarán a un sitio seguro hacia la atmósfera a través de las líneas 2"-V- 10126/10127/10143/10147/10153-A0A1.

El gas filtrado será enviado a través de las líneas 24"-GN-10123/10124/10142/10144/10152-D0A1 que se conectan con el cabezal común 42"-GN-10125-D0A1 el cual alimenta al patín de medición MS-GN-1004/5/6/7/8.

Este cabezal común de descarga 42"-GN-10125-D0A1 se interconectará con el cabezal común de descarga del gasoducto Tarahumara,30"-GN-10105-D0A1, mediante la válvula XV-10107A.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42”-GN-10125-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-10110-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-10104C con su placa RO-10110 para ventear el gas hacia el cabezal de baja presión 8”-V-10503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-1001.

G.3 Regulación y Medición

G.3.1 Gasoducto Tarahumara

El gas proveniente de los filtros separadores tipo coalescedor FS-GN-1001/FS-GN-1002, contará con una etapa de regulación antes de la etapa de medición.

La etapa de regulación garantiza la igualación de presiones de ambas corrientes de alimentación a la Estación de Compresión 1, CS-1.

Patín de regulación

El gas natural que proviene del cabezal 30"-GN-10105-D0A1 se envía hacia el cabezal común del patín de regulación RS-GN-1001/1002, 30”-GN-10269-D0A1. El patín de regulación RS-GN-1001/1002 podrá funcionar de manera bidireccional y contará con dos brazos de regulación, 16"-NG-10270/10271-D0A1, en arreglo 1+1, es decir, un brazo en operación y uno de relevo. La capacidad máxima de operación de cada brazo es de 845 MMPCSD.

Cada brazo de regulación de flujo contará con válvulas de corte automáticas operadas con motor eléctrico a la entrada y a la salida, XV-10231A/B y XV-10232A/B. Estas válvulas permitirán realizar las maniobras operativas para alinear el brazo en operación y dejar fuera el brazo en espera.

Cada brazo contará con una válvula reguladora de flujo FCV-10232A/B y así como un indicador de presión PG-10232A/B.

A la salida del patín de regulación se cuenta con un cabezal común 30”-GN-10273-D0A1 que se interconecta con el patín de medición MS-GN-1001/1002/1003 por medio de la línea 30”-GN-10268-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, de los cabezales 30”-GN-10269-D0A1 y 30”-GN-10273-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-10264-D0A1 y 8"-V-10265-D0A1, donde se instalará la válvula BDV- 10232

y BDV-10233 con su placa RO-10232 y RO-10233 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16"-V-10502-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-1001.

Patín de medición

El gas natural que proviene del cabezal 30"-GN-10268-D0A1 se envía hacia el cabezal común del patín de medición MS-GN-1001/1002/1003, 30"-GN-10260-D0A1.

El patín de medición de tipo ultrasónico MS-GN-1001/1002/1003 podrá funcionar de manera bidireccional y contará con tres brazos de medición, 20"-GN-10261/10262/10263-D0A1, en arreglo 2+1. La capacidad máxima de operación de cada brazo es 423 MMPCSD.

Cada brazo contará con un acondicionador de flujo a la entrada y a la salida FX-10231A/B/C y FX- 10231D/E/F, un transmisor de flujo del tipo ultrasónico, FE/FT-10231A/B/C, un transmisor indicador de presión, PIT-10231A/B/C, un transmisor indicador de temperatura, TE/TIT-10231A/B/C, así como un indicador de presión, PG-10231A/B/C y un indicador de temperatura, TG-10232A/B/C.

Los transmisores de flujo, FE/FT-10231A/B/C, enviarán una señal de flujo hacia el FQI-10202.

Los instrumentos transmisores mostrarán, remotamente en el SCADA a través del FQI/UTR, una indicación de flujo, temperatura y presión. Las señales de presión y temperatura por medio del PIT- 10231A/B/C y del TIT-10231A/B/C se utilizarán para hacer las correcciones correspondientes del flujo medido en el FQI/UTR hacia el SCADA.

Cada brazo de medición contará con válvulas manuales a la entrada, HV-10233A/B/C y válvulas de corte operadas con motor eléctrico a la salida, XV-10234A/B/C. Estas válvulas permitirán realizar las maniobras operativas para alinear el brazo en operación y dejar fuera el brazo en espera.

El patín de medición MS-GN-1001/2/3 se encuentra conectado con el patín de medición MS-GN- 1004/5/6/7/8 mediante la línea 42"-GN-10300-D0A1.

El cabezal de descarga 30"-GN-10264-D0A1 del patín de medición MS-GN-2001/2/3, se interconectará con la línea 30"-GN-10265-D0A1 al cabezal 42"-GN-10300-D0A1. La línea 42"-GN-10300-D0A1 podrá ser seccionada con la válvula XV-10321B de 42".

Continuando con el proceso, el gas natural se enviará por medio de la línea 30"-GN-10265-D0A1 a una unidad de análisis de calidad del gas, la cual consistirá en los siguientes elementos de análisis:

- Azufre total (ST) y H_2S, AIT-10231/10232.
- Humedad (H_2O), AIT-10233.
- Composición del gas (cromatógrafo de gases), AIT-10234.
- Oxígeno (O_2), AIT-10235.

El cromatógrafo de gases será capaz de analizar la composición del gas natural de C1 a C9+, CO2, O2, poder calorífico y gravedad específica del flujo a través de columnas y detectores de conductividad térmica tipo termistor. El equipo deberá incluir todos los accesorios en acero inoxidable, tanques de gas de arrastre y cilindro de gas de calibración con regulador y conexiones. El tiempo de análisis del equipo será de 5 minutos o menos, con una repetibilidad de ± 0.5 BTU/1000 SCF.

El analizador de humedad será capaz de determinar cuantitativa y directamente la cantidad de humedad en el gas sin interferencias debido a la presencia de H2S, CO2 o NH3 en la corriente de gas, con una repetibilidad de 0.2 ppm en volumen o el 1% de la lectura (el mayor de ellos) con un flujo de muestreo de 750 ml/min a 15 psi. El equipo deberá incluir filtro de acondicionador de muestra, medidores y válvulas. El analizador deberá

cumplir con el método de prueba establecido ASTM-D-5454-04 para celdas de tipo láser, usar tecnología de cristal de cuarzo o sensor de óxido de aluminio. La envolvente del analizador deberá ser a prueba de explosión NEMA 7 y en concordancia con la clasificación del área en la que se ubique.

La celda de muestra debe ser de acero inoxidable 316L pulido.

El analizador de humedad deberá contar con una salida de 4-20 mA para conexión hacia el computador de flujo y un puerto de comunicación Ethernet RJ45 para diagnóstico.

El analizador de H2O deberá contar con su probeta de toma de muestra, a definir en la ingeniería de detalle.

El SCADA recibirá señales del equipo analizador y tendrá alarmas configuradas por alta concentración de H2O, H2S, y azufre total. En caso de presentarse un alto contenido de C9+ o de alguno de los parámetros de calidad en la corriente de gas, según lo indicado en la NOM-001-SECRE-2010, se activará una alarma. El operador deberá decidir cuál será la acción por seguir en este evento.

El computador de flujo FQI-10202 enviará las señales de estas variables al SCP y posteriormente al SCADA, en donde se tendrá indicación de cada una de ellas.

Inmediatamente después se tendrá el PIT-10232 y el TIT-10232, que enviarán señales de los parámetros medidos a través del FQI-10202 al SCADA para verificar las condiciones de salida del patín de medición de flujo.

Para cualquier eventualidad de emergencia, de los cabezales 30”-GN-10260-D0A1 y 30”-GN-10264-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-10266-D0A1 y 8"-V-10267-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-10234D y BDV-10235A con su placa RO-10234 y RO-10235 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16”-V-10502-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-1001.

G.3.2 Recepcion de frontera (proveniente de Waha)

El gas proveniente de los filtros separadores tipo coalescedor FS-GN-1003/FS-GN-1004/FS-GN-1005/ FS-GN-1006/FS-GN-1007, no contará con una etapa de regulación antes de la etapa de medición.

Patín de medición

El gas natural que proviene del cabezal 42"-GN-10125-D0A1 se envía hacia el cabezal común del patín de medición MS-GN-1004/1005/1006/1007/1008, 42”-GN-10280-D0A1.

El patín de medición de tipo ultrasónico MS-GN-1004/1005/1006/1007/1008 funcionará de manera unidireccional y contará con cinco brazos de medición, 20”-GN-10281/10282/10283/10284/10285-D0A1, en arreglo 4+1. La capacidad máxima de operación de cada brazo es 671 MMPCSD.

Cada brazo contará con un acondicionador de flujo a la entrada FX-10241A/B/C/D/E, un transmisor de flujo del tipo ultrasónico, FE/FT-10241A/B/C/D/E, un transmisor indicador de presión, PIT- 10241A/B/C/D/E, un transmisor indicador de temperatura, TE/TIT-10241A/B/C/D/E, así como un indicador de presión, PG-10241A/B/C/D/E y un indicador de temperatura, TG-10242A/B/C/D/E.

Los transmisores de flujo, FE/FT-10241A/B/C/D/E, enviarán una señal de flujo hacia el FQI-10201.

Los instrumentos transmisores mostrarán, remotamente en el SCADA a través del FQI/UTR, una indicación de flujo, temperatura y presión. Las señales de presión y temperatura por medio del PIT- 10241A/B/C/D/E y del TIT-10241A/B/C/D/E se utilizarán para hacer las correcciones correspondientes del flujo medido en el FQI/UTR hacia el SCADA.

Cada brazo de medición contará con válvulas manuales a la entrada, HV-10241A/10241B/ 10241C/10241D/10241E y válvulas de corte operadas con motor eléctrico a la salida, XV-10242A/10242B/

10242C/10242D/10242E. Estas válvulas permitirán realizar las maniobras operativas para alinear el brazo en operación y dejar fuera el brazo en espera.

Continuando con el proceso, el gas natural se enviará por medio de la línea 42"-GN-10280-D0A1 a una unidad de análisis de calidad del gas, la cual consistirá en los siguientes elementos de análisis:

- Azufre total (ST) y H_2S, AIT-10241/10242.
- Humedad (H_2O), AIT-10242A.
- Composición del gas (cromatógrafo de gases), AIT-10243.
- Oxígeno (O_2), AIT-10244.

El cromatógrafo de gases será capaz de analizar la composición del gas natural de C1 a C9+, CO_2, O_2, poder calorífico y gravedad específica del flujo a través de columnas y detectores de conductividad térmica tipo termistor. El equipo deberá incluir todos los accesorios en acero inoxidable, tanques de gas de arrastre y cilindro de gas de calibración con regulador y conexiones. El tiempo de análisis del equipo será de 5 minutos o menos, con una repetibilidad de ± 0.5 BTU/1000 SCF.

El analizador de humedad será capaz de determinar cuantitativa y directamente la cantidad de humedad en el gas sin interferencias debido a la presencia de H_2S, CO_2 o NH_3 en la corriente de gas, con una repetibilidad de 0.2 ppm en volumen o el 1% de la lectura (el mayor de ellos) con un flujo de muestreo de 750 ml/min a 15 psi. El equipo deberá incluir filtro de acondicionador de muestra, medidores y válvulas. El analizador deberá cumplir con el método de prueba establecido ASTM-D-5454-04 para celdas de tipo láser, usar tecnología de cristal de cuarzo o sensor de óxido de aluminio. La envolvente del analizador deberá ser a prueba de explosión NEMA 7 y en concordancia con la clasificación del área en la que se ubique.

La celda de muestra debe ser de acero inoxidable 316L pulido.

El analizador de humedad deberá contar con una salida de 4-20 mA para conexión hacia el computador de flujo y un puerto de comunicación Ethernet RJ45 para diagnóstico.

El analizador de H_2O deberá contar con su probeta de toma de muestra, a definir en la ingeniería de detalle.

El SCADA recibirá señales del equipo analizador y tendrá alarmas configuradas por alta concentración de H_2O, H_2S, y azufre total. En caso de presentarse un alto contenido de C9+ o de alguno de los parámetros de calidad en la corriente de gas, según lo indicado en la NOM-001-SECRE-2010, se activará una alarma. El operador deberá decidir cuál será la acción por seguir en este evento.

El computador de flujo FQI-10201 enviará las señales de estas variables al SCP y posteriormente al SCADA, en donde se tendrá indicación de cada una de ellas.

Inmediatamente después se tendrá el PIT-10242 y el TIT-10242, que enviarán señales de los parámetros medidos a través del FQI-10201 al SCADA para verificar las condiciones de salida del patín de medición de flujo.

Para cualquier eventualidad de emergencia, de los cabezales 42"-GN-10180-D0A1 y 42"-GN-10286-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-10270-D0A1 y 8"-V-10271-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-10237A y BDV-10238A con su placa RO-10237 y RO-10238 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16"-V-10502-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-1001.

G.4 Compresión y Enfriamiento

G.4.1 Sistema de Compresión

La descarga de los patines de medición MS-GN-1001/1002/1003 y MS-GN-1004/1005/1006/1007/1008 será enviada a un cabezal común 42"-GN-10300-D0A1, localizado a la succión de los turbocompresores de gas Natural (TC-GN-1001/1002/1003/1004).

El gas natural se enviará hacia los turbocompresores TC-GN-1001/2/3/4 a través del cabezal de succión de baja presión 42"-GN-10300-D0A1. En caso de una condición insegura en la estación, este cabezal contará con la línea 8"-V-10300-D0A1, la cual contará con una BDV-10301B con su respectivo RO-10301 para mitigar la presión aguas abajo del gas a ventear hacia la columna de venteo VC-V-1001. El accionamiento de la BDV es mediante aire de instrumentos.

En el cabezal 42"-GN-10300-D0A1 se extraen las líneas 30"-GN-10301/10320/10340/10360-D0A1 para la succión de los compresores TC-GN-1001/2/3/4. Para aislar los equipos de compresión se contará con las válvulas electrohidráulicas SDV-10301/10311/10321/10331. La apertura o cierre de estas válvulas se ejecutará mediante el SCP. Las válvulas electrohidráulicas SDV-10301/10311/10321/10331 se utilizan para el paro rápido/recirculación en frío de los compresores, comandado desde el SC a través del PLC del turbocompresor.

Sobre el cabezal de succión de baja presión 42"-GN-10300-D0A1, se cuenta con la bifurcación de la línea 6"-GN-10331-D0A1, con válvula de bloqueo manual HV-10313. Esta línea en operación normal alimenta al cabezal de gas combustible 6"-GN-10332-D0A1 el cual a su vez alimenta a los paquetes de acondicionamiento de gas combustible para las turbinas y el paquete de acondicionamiento de gas combustible para el generador eléctrico.

Cada uno de los turbocompresores contará con un panel de control ubicado a pie de equipo, que estará comunicado con el panel de control del turbocompresor (PLC-TC), el cual se localizará en el cuarto de control principal. La operación y control de cada turbocompresor, así como las protecciones, alarmas y secuencia de paro por emergencia, se realizará a través de los PLCs de cada unidad.

En las líneas de succión de los turbocompresores de gas Natural, 30"-GN-10301/10320/10340/10360- E0A1, se monitoreará de manera remota la temperatura de succión en el PLC-TC con el TIT-10302/10312/10322/10332 y en el SCP con el TIT-10301/10311/10321/10331; ambos elementos de temperatura contarán con valores de alarma por baja, muy baja, alta y muy alta temperatura de succión. Los valores de alarma de temperatura deberán comunicarse con el PLC-TC de cada unidad de compresión y éstos deben ser utilizados como permisivos para el control del sistema "anti-surge".

También en las líneas de succión se monitoreará la presión de forma local mediante los PG-10331/10321/10311/10301 y remota a través de los PIT-10301/10311/10321/10331 con valores de alarma por alta, muy alta, baja y muy baja presión de succión del turbocompresor. Cada turbocompresor contará en las líneas de succión con un filtro en línea tipo cono de bruja, con transmisor indicador de presión diferencial PDIT-10302/10312/10322/10332, los cuales en caso de impurezas enviarán una señal para alarmar por alta presión diferencial y alta-alta presión diferencial.

En las líneas de descarga de los turbocompresores 24"-GN-10303/10322/10342/10362-E0A1, se monitoreará de manera local la presión y temperatura a través de los instrumentos PG- 10302/10312/10322/10332 y TG-10303/10313/10323/10333, respectivamente; y de manera remota se colocarán los instrumentos TIT-10304/10314/10324/10334, los cuales alertarán al operador al presentarse una alarma por alta temperatura y alta-alta temperatura en la descarga de los turbocompresores.

También en las líneas de descarga se monitoreará la presión de forma remota a través de los PIT-10304/10314/10324/10334 con valores de alarma por alta, alta-alta, baja y baja-baja presión de descarga del turbocompresor.

En la línea de descarga de gas de los turbocompresores se contará con una línea de recirculación que se conecta con la línea de succión. En esta línea se incluirá una válvula "fast-stop", SDV-10304/10314/10324/10334. El propósito de estas válvulas será asegurar la protección del compresor en caso de una condición de paro o arranque del equipo, permitiendo que no se presente bajo flujo o baja presión de gas a la succión y de esta manera evitar el fenómeno de "surge". La lógica de control y operación de estas válvulas se define en acción conjunta con el proveedor del turbocompresor.

Las líneas de descarga de los turbocompresores contarán con las válvulas de seguridad, PSV-10301/10311/10321/10331 con punto de ajuste de 10921 kPag (1584 psig), la cual permitirá proteger el sistema de una sobrepresión debido a un desbocamiento del compresor.

G.4.2 Sistema de Enfriamiento

Una vez que el gas se comprime por medio de los turbocompresores TC-GN-1001/2/3/4, el gas natural se enviará a los aeroenfriadores EC-GN-1001/2/3/4, los cuales son de tiro forzado y tienen una capacidad térmica que asegura que la temperatura de salida sea de 49°C (120 °F). Los datos de carga térmica, número de bahías, así como número y potencia de los motores de los ventiladores deberán ser proporcionados por el proveedor.

El turbocompresor TC-NG-1001 descargará a través de la línea 24"-GN-10303-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-1001; el turbocompresor TC-GN-1002 descargará a través de la línea de 24"-GN- 10322-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-1002; el turbocompresor TC-GN-1003 descargará a través de la línea de 24"-GN-10342-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-1003 y el turbocompresor TC-GN-1004 descargará a través de la línea de 24"-GN-10362-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-1004.

Aguas abajo de los enfriadores, el gas fluirá a través de las líneas de 24"-GN-10308/10327/10347/10367-E0A1, donde se tiene un monitoreo remoto en el SCP de la temperatura y presión mediante el TIT-10305/10315/10325/10335 y PIT-10302/10312/10322/10332, respectivamente. Estos instrumentos contarán con las alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura; así mismo se contará con las alarmas por alta presión y baja presión. Todas las bahías de enfriamiento cuentan con líneas de dren y venteo para mantenimiento.

Así mismo, se dispondrá de un medidor de flujo tipo placa de orificio, FE-10301/10311/10321/10331, el cual contará con un lazo de control a partir del TE-10306/10316/10326/10336, PIT- 10303/10313/10323/10333 y FIT-10301/10311/10321/10331, los cuales envían la señal al PLC-TC del turbocompresor para medir el flujo de gas e indicar de manera remota mediante FI- 10301/10311/10321/10331. En el SCP se mostrará una alarma por alto flujo y por bajo flujo.

De las líneas 24"-GN-10308/10327/10347/10367-E0A1 se extraen las siguientes líneas: línea de "anti- surge", 16"-GN-10309/10328/10348/10368-E0A1, que se conecta en la succión de los turbocompresores TC-GN-1001/1002/1003/1004. Para cualquier eventualidad de emergencia, se derivará una línea de venteo, 8"-V-10308/10327/10347/10367-B0A1, donde se instalará la válvula BDV- 10302A/10312A/10322A/10332A con su placa RO-10303/10313/10323/10333 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16"-V-10501-B0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-1001.

Las líneas 16"-GN-10309/10328/10348/10368-E0A1, contarán con una válvula de anti-surge, ASV-10301/10311/10321/10331, las cuales estarán gobernadas por el PLC del turbocompresor (PLC-TC) y su función principal será proteger el compresor del fenómeno de "surge" al aumentar el volumen y la presión del

gas en la succión. La filosofía de control de estas válvulas será alcance del proveedor de los turbocompresores.

Continuando con el flujo de gas se instalarán las válvulas electrohidráulicas SDV- 10303/10313/10323/10333, las cuales se utilizan para aislar el tren de compresión y enfriamiento, así como el paro rápido/recirculación en frío de los compresores, comandado desde el SCP a través del PLC del turbocompresor. Dichas válvulas cuentan con su línea bypass 4"-GN-10310/10329/10349/10369- D0A1 y con su válvula de bloqueo manual HV-10301A/10311A/10321A/10331A.

El gas proveniente de los aeroenfriadores EC-GN-1001/2/3/4, ingresará al cabezal común 42"-GN-10403-D0A1 con dirección a la trampa de envío de diablos, PL-GN-6002.

Adicionalmente, se cuenta con un by-pass entre el cabezal de salida del patín de medición MS-GN- 1001/2/3 y el cabezal de salida de los aeroenfriadores EC-GN-1001/2/3/4, 30"-GN-10265-D0A1 y 42”-GN- 10403-D0A1; donde se instalará la válvula de bloqueo operada con motor eléctrico XV-10402.

G.5 Descarga de la estación de compresión

El gas natural de la descarga de los aeroenfriadores EC-GN-1001/2/3/4, será enviado al cabezal común 42”-GN-10403-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42"-GN-10403-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-GN-10404-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-10401B con su placa RO-10401 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16”-V-10501-B0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-1001.

En el cabezal 42"-GN-10403-D0A1 se instalará la válvula automática de paro de emergencia ESDV- 10401.

Se monitoreará la presión por medio del PIT-10402, el cual estará configurado con alarma por alta y alta- alta presión. La señal de alarma por alta-alta presión enviará una señal para cierre de la válvula ESDV- 10401, garantizando así la seguridad de la instalación por condiciones inseguras de alta presión en el ducto, activando el sistema de paro por emergencia. La válvula ESDV-10401 contará con un bypass, 4"- GN-10408-D0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-10401A tipo bola de 4 pulgadas. La válvula manual de carga HV-10401A, facilitará las operaciones de empacado, purgado y apertura de la válvula ESDV-10401. La válvula HV-10401A, contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-10401, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula HV- 10401A.

Se tiene un monitoreo remoto en el SCP de la temperatura y presión mediante el TIT-10401 y PIT-10401, respectivamente. Estos instrumentos contarán con las alarmas por muy alta temperatura; así mismo se contará con las alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión.

En la salida de la Estación Villa Ahumada (CS-1) se instalará una trampa de envío de diablos, PL-GN- 6002, para la limpieza e inspección del ducto, previo al envió al gasoducto de 48 pulgadas de diámetro externo, 48"-GN-60200-D0A2, con dirección a la Estación Mata Ortiz (CS-2).

La trampa incluirá una válvula de bloqueo de 48” operada con motor eléctrico (XV-10404), un sensor local de paso de diablos, XS-10401, además de indicadores locales de presión tanto en la cubeta de la trampa, PG-10401, como en la línea de envío, PG-10402.

La Trampa de Envío de diablos PL-GN-6002 tiene 56” de diámetro para el barril mayor y 48” de diámetro para el barril menor.

El gas de pateo para el lanzamiento del diablo se obtiene de la línea 16"-GN-10402-D0A1, proveniente del cabezal 42"-GN-10403-D0A1.

Sobre el barril mayor de la trampa de diablos, PL-GN-6002 se tiene la línea de venteo 3"-V-10402-D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gases; adicionalmente se tiene la línea de venteo 3"-V-10401- D0A1 que se conecta con la misma. Estas líneas tienen como propósito purgar el equipo PL-GN-6002 del gas natural entrampado posterior al lanzado del diablo sobre el ducto.

Aguas abajo de la trampa, sobre la línea 48"-GN-60200-D0A1 se tiene la Tee guiada BT-10404 para su conexión con la línea 48"-GN-60200-D0A1, posteriormente se tiene la Tee guiada BT-10404 para su conexión con la línea de venteo 16"-GN-10407-D0A1.El fin de la Tee guiada es poder dar libre paso al diablo sobre la tubería hacia el ducto.

Aguas abajo de la Tee guiada BT-10404, se instalará una junta dieléctrica monolítica, MDJ-10401, para proveer un aislamiento de la protección catódica del ducto hacia los componentes de la CS-1, y se realiza un cambio de especificación en la tubería 48"-GN-60200-D0A1 pasando a 48"-GN-60200-D0A2 aguas abajo de la junta monolítica.

A la salida de la Estación Villa Ahumada (CS-1), el gas natural será enviado hacia el gasoducto de 48 pulgadas de diámetro externo, 48"-GN-60200-D0A2, con dirección a la Estación Mata Ortiz (CS-2).

G.6 Válvula de seccionamiento en By-Pass de CS-1

La Estación de Compresión Villa Ahumada (CS-1) cuenta con el bypass 48”-GN-10405-D0A2, el cual será utilizado cuando no se requiera la utilización del Sistema de Compresión. El bypass estará interconectado aguas arriba de la válvula automática de paro por emergencia ESDV-10402, localizada en la línea proveniente de Waha 48”-GN-10120-D0A1 y a la salida de la válvula automática de paro por emergencia ESDV-10401, localizada a la salida de la Estación Villa Ahumada CS-1.

La línea 48”-GN-10405-D0A2 cuenta con la válvula de seccionamiento MLV-10404, la cual direccionará el flujo de gas a través o fuera de la Estación de Compresión Villa Ahumada (CS-1); la válvula MLV-10404 cuenta con el bypass 16”-GN-10409-D0A1.

La válvula MLV-10404 cuenta con un transmisor indicador de Presión corriente abajo y corriente arriba de la misma válvula PIT-10404A y PIT-10404B, así como un transmisor indicador de temperatura TIT-10404 corriente debajo de la MLV-10404; las señales serán enviadas al sistema SCADA a través de la UTR y serán desplegadas en el PI-10404A, PI-10404B y TI-10404.

La válvula MLV-10404 cuenta con una línea de venteo acondicionada con tapa de apertura rápida tipo “davit” y una conexión rápida para el sistema de recuperación de venteos, corriente abajo y corriente arriba de la misma válvula MLV-10404.

La válvula MLV-10404 será equipada con un dispositivo de “linebreak” que cerrará el actuador cuando se detecte una caída de presión súbita, permitiendo el cierre en caso de fuga en el gasoducto.

La acción de cierre de la válvula MVL-10404 se podrá realizar de forma remota a través del sistema SCADA y de forma local a través de una botonera.

G.7 Paro de la estación de compresión

G.7.1 Paro normal por mantenimiento

La Estación de Compresión tendrá un paro programado para trabajos de inspección y mantenimiento. Tales paros normales serán de rutina, planeados y calendarizados considerando la disponibilidad de los equipos necesarios y utilizados durante el mantenimiento.

Los objetivos de un paro normal son:

1. Suspensión segura de operación.
2. Purgado de aquellas áreas de la estación donde son necesarios los trabajos de mantenimiento.

Para proceder al paro de la estación se debe de notificar a todas las unidades de proceso afectadas acerca del tiempo programado de paro.

G.7.2 Paro del sumistro del gas natural

El paro del suministro de gas natural a los diferentes usuarios podría obedecer a las siguientes diferentes situaciones de emergencia:

- Gas natural fuera de especificación.
- Alta concentración de H_2S y azufre total (ST).
- Alta concentración de H_2O.
- Poder calorífico superior fuera de norma.
- Ruptura de línea.
- Corrosión externa.
- Daño por terceros (movimiento de terreno, excavaciones, construcción, fuego externo, accidentes carreteros).
- Derrumbe o deslave por causas naturales.
- Cierre en falso de alguna ESDV.

G.7.3 Gas Natural Fuera de Especificación

Cuando se detecte que el gas natural recibido no se ajusta a los parámetros de calidad estipulados en la NOM-001-SECRE-2010, no existe la obligación de recibirlo; sin embargo, se puede llegar a un acuerdo entre las partes para no detener el suministro.

Por alta concentración de H2S, ST y/o por H_2O en la recepción del gas natural (GN), el operador no recibirá el GN y se notificará de inmediato la suspensión de suministro de GN. El aumento de ácido sulfhídrico y/o de humedad podría causar una corrosión interna y la formación de hidratos de carbono a lo largo del ducto de transporte, generando un desgaste acelerado del ducto y limitaciones operacionales de presión.

En este caso, el operador podrá tomar la decisión de bloquear la línea regular, es decir, cerrar la válvula de corte de suministro de GN, ESDV-10101A si el problema proviene del gasoducto Fermaca-Tarahumara o mediante la ESDV-10402 si el problema proviene del gasoducto que viene desde la frontera. Se esperará a que el proveedor del GN modifique los parámetros de calidad del GN para iniciar nuevamente el transporte.

Secuencia cronológica en caso de que el GN esté fuera de especificación:

Los analizadores ubicados en la Estación de Compresión enviarán su alarma al SCP.

1. El SCP enviará la señal al Centro de Control.
    a. Principal de la estación de compresión.
2. El operador en turno en el Centro de Control recibirá una alarma relacionada con la calidad de GN y avisará al técnico en el campo o de guardia.

3. El técnico llegará a la estación donde se haya generado la alarma y verificará si la alarma es real o falsa y avisará al operador en el Centro de Control el estatus actual o real.
4. El operador tomará la decisión de avisar a su supervisor.
5. El supervisor de la estación de compresión notificará si acepta el GN fuera de especificaciones o lo rechaza.
6. El supervisor tomará las acciones necesarias para cumplir con la decisión y/o los procedimientos internos relacionados con el manejo de GN fuera de especificaciones que podría ser:
    a. Cerrar la válvula en la entrada de la CS, ESDV-10101A, ESDV-10402 no aceptando el GN fuera de especificación.
    b. Dar un tiempo determinado aguas arriba para entregar GN dentro de especificación.
    c. Reportar el estatus y condiciones del GN.

G.8 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares en la Estación de Compresión Villa Ahumada CS-1 son:

- Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible a Turbinas.
- Sistema de Venteo de Gas.
- Sistema de Recuperación de Gas.
- Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible a Generador de Energía.
- Sistema de Drenaje de Condensados.
- Sistema de Drenaje Aceitoso.
- Sistema de Aire Comprimido.
- Sistema de Agua de Servicios.
- Sistema de Generación Eléctrica a Gas.
- Sistema de Generación Eléctrica Dual.

G.8.1 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-1001) A Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

- Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-1001, el cual contará con los siguientes equipos:
- Dos (2) filtros separadores FS-FG-1071A/1072A y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-1071A/1072A.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-1001 por la línea 3"-FG-10700-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-10701 y el transmisor indicador de presión PIT-10701. Este

transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-1071A/1072A uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-10701/10702, enviando una señal para lectura remota, PDI-10701/10702, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-10701/2, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-10701/2, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-10701A/2A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-10701-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-1071A/2A, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 1001, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-10701E/F y TIT-10702E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-10701A/2B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-10701/3, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-10702/4, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG-10702- D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV- 10703, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-10700- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-10702-D0A1 se localizará el PIT-10702, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, la línea de salida contará con la válvula SDV-10702 y la válvula BDV-10701A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-1001.

G.8.2 Sistema de Acondicionamiento De Gas Combustible (PK-FG-1002) A Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-1002, el cual contara con los siguientes equipos:

Dos (2) filtros separadores FS-FG-1071/1072B y dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-1071B1/1072B.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-1002 por la línea 3"-FG-10720-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-10711 y el transmisor indicador de presión PIT-10711. Este

transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-1071/1072B uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-10711/10712, enviando una señal para lectura remota, PDI-10711/10712, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-10711/10712, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-10711/10712, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-10711A/10712A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-10720-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-1071/1072B, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 1002, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-10711E/F y TIT-10712E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-10711/10712B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo “trabajo”, PCV-10711/10713, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo “monitor” PCV-10712/10714, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 10722-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad,

PSV-10713, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-10720- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-10722-D0A1 se localizará el PIT-10712, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-10712, la línea de salida contará con la válvula SDV-10712 y la válvula BDV-10711A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-1002.

G.8.3 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-1002) A Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-1003, el cual contara con los siguientes equipos:

Dos (2) filtros separadores FS-FG-1071/1072C y dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-1071C/1072C.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-1003 por la línea 3"-FG-10740-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-10721 y el transmisor indicador de presión PIT-10721. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-1071C/1072C uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-10721/10722, enviando una señal para lectura remota, PDI-10721/10722, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-10721/10722, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-10721/10722, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-10721A1/10722A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-10741-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-1071C/10712C, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 1003, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-10721E/F y TIT-10722E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-10721B/10722B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-10721/10723, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-10722/10724, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 10742-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-10723, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-10740- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-10742-D0A1 se localizará el PIT-10722, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-10722, la línea de salida contará con la válvula SDV-10722 y la válvula BDV-10721A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-1003.

G.8.4 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-1004) A Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-1004, el cual contará con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-1071/1072D y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-1071D/1072D.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-1004 por la línea 3"-FG-10760-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-10731 y el transmisor indicador de presión PIT-10731. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-1071D/1072D uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-10731/10732, enviando una señal para lectura remota, PDI-10731/10732, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-10731/10732, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-10731/10732, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-10731A/10732A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-10761-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-1071D/1072D, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 1004, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-10731E/F y TIT-10732E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-10731B/10732B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo “trabajo”, PCV-10731/10733, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo “monitor” PCV-10732/10734, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 10762-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-10733, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-10760- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-10762-D0A1 se localizará el PIT-10732, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-10732, la línea de salida contará con la válvula SDV-21232 y la válvula BDV-10731A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-1004.

G.8.5 Sistema de venteo de gas

El sistema de venteo general estará integrado por dos cabezales, uno de alta presión 16"-V-10501-B0A1 y uno de baja presión 16"-V-10502-A0A1, los cuales concurren en la columna de venteo VC-V-1001.

Sobre el cabezal de baja presión 16"-V-10502-A0A1 se encuentra el orificio de restricción RO-10501 y sobre el cabezal de alta presión 16"-V-10501-B0A1 se encuentra el orificio de restricción RO-10502. El uso de placas de restricción "RO", permite un correcto funcionamiento del sistema de venteo al controlar la presión de operación.

La columna de venteo VC-V-1001 opera a presión atmosférica.

G.8.6 Sistema de recuperación de gas

Al sistema de recuperación de gas llegan los venteos por mantenimiento o algún paro programado de las siguientes:

Todos estos venteos llegan al cabezal 4"-V-10520-D0A1 que descarga al recipiente R-V-10921. En el cabezal 4"-V-10520-D0A1 se contará con un transmisor indicador de presión PIT-10521, con indicación de presión en el SCP, PI-10521, en el cual se configurarán una alarma por baja presión en el SCP. Así mismo, sobre este cabezal se instalará un transmisor indicador de flujo, FIT-10521, tipo multivariable y un termopar TE-10521, para hacer el ajuste por temperatura en la medición de flujo. En el SCP se tendrá una indicación de flujo, FI-10521.

El tanque booster tipo knock-out R-V-10921 contará con un vidrio de nivel, LG-10521, un indicador de presión, PG-10521, y un indicador de temperatura TW/TG-10521. Así mismo, se instalará una válvula de seguridad PSV-10521, la cual desfogará hacia la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig). En el fondo del tanque se recolectarán los condensados que se separan a través del demister, para posteriormente disponer de los condensados a través de la línea 2"-CD-10520-D0A1 donde se tendrá una placa de restricción RO-10521 la cual reducirá la presión, para que el fluido se pueda conducir hasta el recipiente de condensados.

A la salida del recipiente R-V-10921 se podrá enviar el gas hacia el sistema de recuperación de gas venteos PK-V-1001 por medio de la línea 4"-NG-10520-D0A1 o hacia el sistema de acondicionamiento de gas combustible para generadores eléctricos PK-FG-1005 mediante la línea 1 1/2"-FG-10520-D0A1.

El proveedor del sistema de recuperación de gas venteos PK-V-1001 deberá entregar la filosofía de operación del paquete. Este paquete tiene la función de reinyectar el gas natural a través de un motocompresor hacia la línea 42”-GN-10403-D0A1. Así mismo, el paquete PK-V-1001 contará con la línea de bypass 3"-GN-10521-D0A1 con válvula manual tipo bola y válvula check, la cual se utilizará cuando la presión sea suficiente para la reinyección del gas sin requerir la operación del PK-V-1001.

Tabla II.39. Documentos de referencia de proceso de la estación CS1.

Nombre	Clave del plano	Anexo
Diagarma de Flujo de Proceso Estación CS1	SM-100-WOR-PR-PFD-00001-S_00-signed.pdf	**Anexo II.15.** Diagramas CS1
DTI Filtros Separadores CS1	SM-100-WOR-PR-PID-00001-01-S_00-signed.pdf	
DTI Filtros Separadores CS1	SM-100-WOR-PR-PID-00001-02-S_00-signed.pdf	
DTI Filtros Separadores CS1	SM-100-WOR-PR-PID-00001-03-S_00-signed.pdf	
DTI Filtros Separadores CS1	SM-100-WOR-PR-PID-00001-04-S_00-signed.pdf	
DTI Estación de Medición Waha	SM-100-WOR-PR-PID-00002-01-S_00-signed.pdf	

Nombre	Clave del plano	Anexo
DTI Estación de Medición Waha	SM-100-WOR-PR-PID-00002-02-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento	SM-100-WOR-PR-PID-00003-01-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento	SM-100-WOR-PR-PID-00003-02-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento	SM-100-WOR-PR-PID-00003-03-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento	SM-100-WOR-PR-PID-00003-04-S_00-signed.pdf	
DTI Trampa de diablos de envio y recibo de GN	SM-100-WOR-PR-PID-00004-01-S_00-signed.pdf	
DTI Trampa de diablos de envio y recibo de GN	SM-100-WOR-PR-PID-00004-02-S_00-signed.pdf	
DTI Sistema de recuperación de gas	SM-100-WOR-PR-PID-00005-01-S_00-signed.pdf	
DTI Sistema de recuperación de gas	SM-100-WOR-PR-PID-00005-02-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible	SM-100-WOR-PR-PID-00007-01-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible	SM-100-WOR-PR-PID-00007-02-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible	SM-100-WOR-PR-PID-00007-03-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible	SM-100-WOR-PR-PID-00007-04-S_00-signed.pdf	

H. Estación Mata Ortíz CS2

A continuación, se indica la descripción del proceso de alimentación, filtración, compresión, enfriamiento y descarga de gas natural de la Estación de Compresión Mata Ortíz (CS-2), así como todos los servicios auxiliares asociados a los equipos principales. En la Estación de Compresión Mata Ortíz CS-2, el gas natural se recibe de la interconexión con el Gasoducto proveniente de la Estación de Compresión Villa Ahumada CS-1.

H.1 Alimentación a la estación de compresión

La alimentación del flujo de gas natural será a través del gasoducto proveniente de la Estación de Compresión Villa Ahumada CS-1, el cual suministrará un flujo máximo de 2684 MMPCSD con una presión de operación de 5941 kPag (862 psig) y una temperatura normal de 30 °C (85 °F), entrando a la estación de compresión CS-2 a través de la línea 48"-GN-60200-D0A2, la cual contará con una junta aislante monoblock, MDJ-20421, para evitar la transición de corriente alterna.

Aguas abajo de la junta MDJ-20421 se localiza la Trampa de Recibo de Diablos (móvil), PR-GN-6001, para la limpieza e inspección del ducto. La trampa incluirá una válvula de bloqueo de 48” operada con motor eléctrico (XV-20405), un sensor local de paso de diablos, XS-10402; además de indicadores locales de presión tanto en la cubeta de la trampa, PG-10404, como en la línea de recibo, PG-10403.

El gas de pateo para el lanzamiento del diablo se obtiene de la línea 16"-GN-20406-D0A1, proveniente del cabezal 48"-GN-20400-D0A1.

Sobre el barril mayor de la trampa de diablos PR-GN-6001, se tiene la línea de venteo 3"-V-20404-D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gases; adicionalmente se tiene la línea de venteo 3"-V-20405- D0A1 que se conecta con la misma. Estas líneas tienen como propósito purgar el equipo PR-GN-6001 del gas natural entrampado posterior al lanzado del diablo sobre el ducto.

Aguas abajo de la trampa, sobre la línea 48"-GN-60200-D0A1, se tiene la Tee guiada BT-20402 para su conexión con la línea 48"-GN-20400-D0A1; además, se tiene la Tee guiada BT-20401 para su conexión con la línea de venteo 16"-GN-20408-D0A1. El fin de la Tee guiada es poder dar libre paso al diablo sobre la tubería hacia el ducto.

Aguas abajo de la Tee Guiada BT-20402, se localiza la válvula automática de paro por emergencia ESDV-20402, esta válvula contará con una línea de by-pass, 4"-GN-20407-D0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-20403. La válvula manual de carga HV-20403 facilitará las operaciones de empacado, purgado. La válvula HV-20403, contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-20403, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula.

Previo a la ESDV-20402 se contará con un PIT-20402A para monitorear la presión desde el SCP, el cual tendrá configurado una alarma por alta presión, baja presión y alta-alta presión. También sobre la línea 42"-GN-20400-D0A1 se contará con un TIT-20402A para monitorear la temperatura desde el SCP, el cual tendrá configurada una alarma por alta-alta temperatura.

Del cabezal de suministro 42"-GN-20400-D0A1, se interconecta la línea de 6"-GN-20107-D0A1 la cual se interconectará con la línea 6"-GN-20332-D0A1 para abastecer al paquete de gas combustible PK-FG-2001/2/3/4. La línea 6"-GN-20107-D0A1 cuenta con una válvula check seguida de una válvula manual HV-20102C, para que una vez trabajando la estación de compresión CS-2 en operación normal, esta válvula se cierre y únicamente se suministre GN mediante la línea 6"-GN-20331-D0A1.

H.2 Filtración

El gas natural proveniente de la Estación de Compresión Villa Ahumada CS-1 ingresará a los filtros separadores tipo coalescedor en un arreglo 4+1 (FS-GN-2001/FS-GN-2002/FS-GN-2003/FS-GN-2004/ FS-GN-2005) por medio de la línea 42"-GN-20400-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42"-GN-20400-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-20109-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-20101B con su placa RO-20101 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 8"-V-20503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-2001.

El gas natural que proviene del cabezal 42"-GN-20400-D0A1 se envía hacia los filtros separadores FS- GN-2001/FS-GN-2002/FS-GN-2003/FS-GN-2004/FS-GN-2005 por las líneas 24"-GN-20101/20102/ 20121/20122/20143-D0A1, respectivamente.

La presión diferencial de cada uno de los filtros será monitoreada por transmisores indicadores de presión diferencial, los cuales a su vez mediante un panel local enviarán la señal a los indicadores de presión diferencial PDI-20101/20102/20111/20112/20121; estos indicadores tendrán la función de monitorear la saturación del equipo mediante la caída de presión. La máxima caída de presión permisible será de 70 kPa (10.0 psi).

Al presentarse una caída de presión igual o mayor a la máxima permisible se enviará una señal electrónica analógica de 4-20 mA con protocolo HART a través del SCP. Los PDI-20101/20102/20111/20112/20121 estarán configurados con alarmas por alta presión diferencial y alta-alta presión diferencial. Estas alarmas serán desplegadas en el HMI y notificarán al operador que es necesario realizar mantenimiento al filtro en operación.

Los filtros tendrán instrumentación local para monitorear las variables de presión y temperatura, TG-20101/2/4/5/6 y PG-20101/2/3/4/5.

La línea de succión al filtro FS-GN-2001, 24"-GN-20101-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-20102A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-20103-D0A1, cuenta con una válvula XV-20103A.

La línea de succión al filtro FS-GN-2002, 24"-GN-20102-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-20102B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-20104-D0A1, cuenta con una válvula XV-20103B.

La línea de succión al filtro FS-GN-2003, 24"-GN-20121-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-20112A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-20123-D0A1, cuenta con una válvula XV-20113A.

La línea de succión al filtro FS-GN-2004, 24"-GN-20122-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-20112B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-20124-D0A1, cuenta con una válvula XV-20113B.

La línea de succión al filtro FS-GN-2005, 24"-GN-20143-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-20122A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-20142-D0A1, cuenta con una válvula XV-20123A.

La principal función de estas válvulas es aislar de la operación o permitirles su operación a los filtros en el proceso, según sea el caso.

El condensado que se recupere en cada uno de los filtros se canalizará a la pierna de nivel y será monitoreado por un indicador de nivel local LG-20101A/B, LG-20102A/B, LG-20111A/B, LG-20112A/B y LG-20121A/B, y un transmisor indicador de nivel LIT-20101A/B, LIT-20102A/B , LIT-20111A/B, LIT- 20112AB y LIT-20121A/B con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo-bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SCP por medio de un lazo de 4-20 mA HART, accionando las válvulas de nivel.

Así mismo, se contará con transmisores indicadores de nivel redundantes LIT-20101C/D, LIT-20102C/D, LIT-20111C/D, LIT-20112A/B y LIT-20121C/D con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo- bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SPE para tomar las medidas necesarias, para evitar el arrastre de condensados que pueda causar daños a los turbocompresores.

El condensado proveniente de los filtros FS-GN-2001/2002/2003/2004/2005 será enviado a través de la línea 2"-CD-20100/20101/20120/20121/20140-A0A1, en donde aguas abajo se cuenta con un transmisor indicador de flujo (FIT-20101/20102/20103/20104/20105), el cual enviará una señal al SCP de alarma por alto-alto flujo y alto flujo. También se contará con una placa de orificio (RO- 20103/20104/20105/20106/20107), la cual reducirá la presión en el límite del equipo paquete de los filtros, para que el fluido circule hasta el cabezal 2"-CD-20100-A0A1 que descarga al recipiente.

El condensado será enviado mediante el accionamiento de las válvulas de nivel automático tipo on/off, LV-20101/20102, LV-20103/20104, LV-20105/20106, LV-20107/20108 y LV-20109/20110. El accionamiento de apertura y cierre de estas válvulas será por acción eléctrica de 24 VCD, mediante las válvulas solenoide de tres vías, las cuales recibirán señal de los transmisores de nivel LIT-20101A/B, LIT- 20102A/B, LIT-20111A/B, LIT-20112A/B y LIT-20121A/B. Las válvulas de control de nivel abrirán cuando se presente un nivel alto accionado por el comando configurado LSH-20101A/B, LSH-20102A/B y LSH- 20111A/B, LSH-20112A/B y LSH-20121A/B cerrarán una vez que se detecte bajo nivel a través del mando configurado LSL-20101A/B, LSL-20102A/B, LSL-20111A/B, LSL-20112A/B y LSL-20121A/B.

Cuando falle el suministro de aire en el actuador de las válvulas de control de nivel, estas cerrarán completamente y su estatus se verificará desde el SCP. Las válvulas de nivel están equipadas con actuador neumático de pistón de acción doble y usarán como fuerza motriz la presión del aire de instrumentos. Para el mantenimiento de estas válvulas de control de nivel, existe un bypass con válvula de corte manual tipo bola de 2”, en posición normalmente cerrada.

Para protección de una sobrepresión en los filtros, se contará con una válvula de seguridad por cada filtro, PSV-20101/20102/20103/20104/20105, con una presión de ajuste de 9928 kPag (1440 psig). Estas válvulas desfogarán a un sitio seguro hacia la atmósfera a través de las líneas 2"-V- 20106/20107/20126/20127/20143-A0A1.

El gas filtrado será enviado a través de las líneas 24"-GN-20103/20104/20123/20124/20142-D0A1 que se conectan con el cabezal común 42"-GN-20105-D0A1 el cual alimenta a los turbocompresores TC-GN-2001/2002/2003/2004.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42”-GN-20105-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-20108-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-20102D con su placa RO-20102 para ventear el gas hacia el cabezal de baja presión 8”-V-20503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-2001.

H.3 Compresión y Enfriamiento

H.3.1 Sistema de Compresión

La descarga de los filtros FS-GN-2001/FS-GN-2002/FS-GN-2003/FS-GN-2004/ FS-GN-2005 será enviada a un cabezal común 42”-GN-20105-D0A1, localizado a la succión de los turbocompresores de gas Natural (TC-GN-2001/2002/2003/2004).

El gas natural se enviará hacia los turbocompresores TC-GN-2001/2002/2003/2004 a través del cabezal de succión de baja presión 42"-GN-20300-D0A1. En caso de una condición insegura en la estación, este cabezal contará con la línea 8"-V-20300-D0A1, la cual contará con una BDV-20301B con su respectivo RO-20301 para mitigar la presión aguas abajo del gas a ventear hacia la columna de venteo VC-V-2001. El accionamiento de la BDV es mediante aire de instrumentos.

En el cabezal 42"-GN-20300-D0A1 se extraen las líneas 30"-GN-20301/20320/20340/20360-D0A1 para la succión de los compresores TC-GN-2001/2/3/4. Para aislar los equipos de compresión se contará con las válvulas electrohidráulicas SDV-20301/20311/20321/20331. La apertura o cierre de estas válvulas se ejecutará mediante el SCP. Las válvulas electrohidráulicas SDV-20301/20311/20321/20331 se utilizan para el paro rápido/recirculación en frío de los compresores, comandado desde el SCP a través del PLC del turbocompresor.

Sobre el cabezal de succión de baja presión 42”-GN-20300-D0A1, se cuenta con la bifurcación de la línea 6"-GN-20331-D0A1, con válvula de bloqueo manual HV-20313. Esta línea en operación normal alimenta al cabezal de gas combustible 6"-GN-20332-D0A1 el cual a su vez alimenta a los paquetes de acondicionamiento de gas combustible para las turbinas y el paquete de acondicionamiento de gas combustible para el generador eléctrico.

Cada uno de los turbocompresores contará con un panel de control ubicado a pie de equipo, que estará comunicado con el panel de control del turbocompresor (PLC-TC), el cual se localizará en el cuarto de control principal. La operación y control de cada turbocompresor, así como las protecciones, alarmas y secuencia de paro por emergencia, se realizará a través de los PLCs de cada unidad.

En las líneas de succión de los turbocompresores de gas Natural, 30"-GN-20301/20320/20340/20360- E0A1, se monitoreará de manera remota la temperatura de succión en el PLC-TC con el TIT-20302/20312/20322/20332 y en el SCP con el TIT-20301/20311/20321/20331; ambos elementos de temperatura contarán con valores de alarma por baja, baja-baja, alta y alta-alta temperatura de succión. Los valores de alarma de temperatura deberán comunicarse con el PLC-TC de cada unidad de compresión y éstos deben ser utilizados como permisivos para el control del sistema "anti-surge".

También en las líneas de succión se monitoreará la presión de forma local mediante los PG-20301/20311/20321/20331 y remota a través de los PIT-20301/20311/20321/20331 con valores de alarma por alta, alta-alta, baja y baja-baja presión de succión del turbocompresor. Cada turbocompresor contará en las líneas de succión con un filtro en línea tipo cono de bruja, con transmisor indicador de presión diferencial PDIT-20302/20312/20322/20332, los cuales en caso de impurezas enviarán una señal para alarmar por alta presión diferencial y alta-alta presión diferencial.

En las líneas de descarga de los turbocompresores 24"-GN-20303/20322/20342/20362-E0A1, se monitoreará de manera local la presión y temperatura a través de los instrumentos PG- 20302/20312/20322/20332 y TG-20303/20313/20323/20333, respectivamente; y de manera remota se colocarán los instrumentos TIT-20304/20314/20324/20334, los cuales alertarán al operador al presentarse una alarma por alta temperatura y alta-alta temperatura en la descarga de los turbocompresores.

También en las líneas de descarga se monitoreará la presión de forma remota a través de los PIT-20304/20338/20324/20334 con valores de alarma por alta, alta-alta, baja y baja-baja presión de descarga del turbocompresor.

En la línea de descarga de gas de los turbocompresores se contará con una línea de recirculación que se conecta con la línea de succión. En esta línea se incluirá una válvula "fast-stop", SDV-20304/20314/20324/20334. El propósito de estas válvulas será asegurar la protección del compresor en caso de una condición de paro o arranque del equipo, permitiendo que no se presente bajo flujo o baja presión de gas a la succión y de esta manera evitar el fenómeno de "surge". La lógica de control y operación de estas válvulas se define en acción conjunta con el proveedor del turbocompresor.

Las líneas de descarga de los turbocompresores contarán con las válvulas de seguridad, PSV-20301/20311/20321/20331 con punto de ajuste de 10921 kPag (1584 psig), la cual permitirá proteger el sistema de una sobrepresión debido a un desbocamiento del compresor.

H.3.2 Sistema de Enfriamiento

Una vez que el gas se comprime por medio de los turbocompresores TC-GN-2001/2002/2003/2004, el gas natural se enviará a los aeroenfriadores EC-GN-2001/2/3/4, los cuales son de tiro forzado y tienen una capacidad térmica que asegura que la temperatura de salida sea de 49°C (120 °F). Los datos de carga térmica, número de bahías, así como número y potencia de los motores de los ventiladores deberán ser proporcionados por el proveedor.

El turbocompresor TC-GN-2001 descargará a través de la línea 24"-GN-20303-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-2001; el turbocompresor TC-GN-2002 descargará a través de la línea de 24"-GN- 20322-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-2002; el turbocompresor TC-GN-2003 descargará a través de la línea de 24"-GN-20342-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-2003 y el turbocompresor TC-GN-2004 descargará a través de la línea de 24"-GN-20362-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-2004.

Aguas abajo de los enfriadores, el gas fluirá a través de las líneas de 24"-GN-20308/20327/20347/20367-E0A1, donde se tiene un monitoreo remoto en el SCP de la temperatura y presión mediante el TIT-

20305/20315/20325/20335 y PIT-20302/20312/20322/20332, respectivamente. Estos instrumentos contarán con las alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura; así mismo se contará con las alarmas por alta presión y baja presión. Todas las bahías de enfriamiento cuentan con líneas de dren y venteo para mantenimiento.

Así mismo, se dispondrá de un medidor de flujo tipo placa de orificio, FE-20301/20311/20321/20331, el cual contará con un lazo de control a partir del TE-20306/20316/20326/20336, PIT-20303/20313/20323/ 20333 y FIT-20301/20311/20321/20331, los cuales envían la señal al PLC-TC del turbocompresor para medir el flujo de gas e indicar de manera remota mediante FI-20301/20311/20321/20331. En el SCP se mostrará una alarma por alto flujo y por bajo flujo.

De las líneas 24”-GN-20308/20327/20347/20367-E0A1 se extraen las siguientes líneas: línea de “anti- surge”, 16"-GN-20309/20328/20348/20368-E0A1, que se conecta en la succión de los turbocompresores TC-GN-2001/2002/2003/2004. Para cualquier eventualidad de emergencia, se derivará una línea de venteo, 8"-V-20308/20327/20347/20367-B0A1, donde se instalará la válvula BDV-20302A/20312A/ 20322A/20332A con su placa RO-20303/20313/20323/20333 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16”-V-20501-B0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-2001.

Las líneas 16"-GN-20309/20328/20348/20368-E0A1, contarán con una válvula de anti-surge, ASV-20301/20311/20321/20331, las cuales estarán gobernadas por el PLC del turbocompresor (PLC-TC) y su función principal será proteger el compresor del fenómeno de “surge” al aumentar el volumen y la presión del gas en la succión. La filosofía de control de estas válvulas será alcance del proveedor de los turbocompresores.

Continuando con el flujo de gas se instalarán las válvulas electrohidráulicas SDV- 20303/20313/20323/20333, las cuales se utilizan para aislar el tren de compresión y enfriamiento, así como el paro rápido/recirculación en frío de los compresores, comandado desde el SCP a través del PLC del turbocompresor. Dichas válvulas cuentan con su línea bypass 4"-GN-20310/20329/20349/20369- D0A1 y con su válvula de bloqueo manual HV-20301A/20311A/20321A/20331A.

El gas proveniente de los aeroenfriadores EC-GN-2001/2/3/4, ingresará al cabezal común 42"-GN-20403-D0A1 con dirección a la trampa de envío de diablos, PL-GN-6002 (móvil).

H.4 Descarga de la estación de compresión

El gas natural de la descarga de los aeroenfriadores EC-GN-2001/2/3/4, será enviado al cabezal común 42”-GN-20403-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42"-GN-20403-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-GN-20404-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-20401B con su placa RO-20401 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16”-V-20501-B0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-2001.

En el cabezal 42"-GN-20403-D0A1 se instalará la válvula automática de paro de emergencia ESDV- 20401.

Se monitoreará la presión por medio del PIT-20402, el cual estará configurado con alarma por alta y alta- alta presión. La señal de alarma por alta-alta presión enviará una señal para cierre de la válvula ESDV- 20401, garantizando así la seguridad de la instalación por condiciones inseguras de alta presión en el ducto, activando el sistema de paro por emergencia. La válvula ESDV-20401 contará con un bypass, 4"- GN-20408-D0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-20401A tipo bola de 4 pulgadas. La válvula manual de carga HV-20401A, facilitará las operaciones de empacado, purgado y apertura de la válvula ESDV-20401. La válvula HV-20401A, contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-20401, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula HV- 20401A.

Se tiene un monitoreo remoto en el SCP de la temperatura y presión mediante el TIT-20401 y PIT-20401, respectivamente. Estos instrumentos contarán con las alarmas por alta-alta temperatura; así mismo se contará con las alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión.

En la salida de la Estación Mata Ortíz (CS-2) se encontrará la trampa de envío de diablos móvil, PL-GN- 6002, para la limpieza e inspección del ducto, previo al envío al gasoducto de 48 pulgadas de diámetro externo, 48"-GN-60300-D0A2, con dirección a la Estación Cumpas (CS-3).

La trampa incluirá una válvula de bloqueo de 48” operada con motor eléctrico (XV-20404), un sensor local de paso de diablos, XS-10401, además de indicadores locales de presión tanto en la cubeta de la trampa, PG-10401, como en la línea de envío, PG-10402.

La Trampa de Envío de diablos, PL-GN-6002, tiene 56” de diámetro para el barril mayor y 48” de diámetro para el barril menor.

El gas de pateo para el lanzamiento del diablo se obtiene de la línea 16"-GN-20402-D0A1, proveniente del cabezal 42"-GN-20403-D0A1.

Sobre el barril mayor de la trampa de diablos, PL-GN-6002 se tiene la línea de venteo 3"-V-20402-D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gases; adicionalmente se tiene la línea de venteo 3"-V-20401- D0A1 que se conecta con la misma. Estas líneas tienen como propósito purgar el equipo PL-GN-6002 del gas natural entrampado posterior al lanzado del diablo sobre el ducto.

Aguas abajo de la trampa, sobre la línea 48"-GN-60300-D0A1 se tiene la Tee guiada BT-20403 para su conexión con la línea 48"-GN-20403-D0A1, posteriormente se tiene la Tee guiada BT-20404 para su conexión con la línea de venteo 16"-GN-20407-D0A1.El fin de la Tee guiada es poder dar libre paso al diablo sobre la tubería hacia el ducto.

Aguas abajo de la Tee guiada BT-20404, se instalará una junta dieléctrica monolítica, MDJ-20401, para proveer un aislamiento de la protección catódica del ducto hacia los componentes de la CS-2, y se realiza un cambio de especificación en la tubería 48"-GN-60300-D0A1 pasando a 48"-GN-60300-D0A2 aguas abajo de la junta monolítica.

A la salida de la Estación Mata Ortíz (CS-2), el gas natural será enviado hacia el gasoducto de 48 pulgadas de diámetro externo, 48"-GN-60300-D0A2, con dirección a la Estación Cumpas (CS-3).

H.5 Válvula de seccionamiento en By-Pass de CS-2

La Estación de Compresión Mata Ortíz (CS-2) cuenta con el bypass 48”-GN-20405-D0A2, el cual será utilizado cuando no se requiera la utilización del Sistema de Compresión. El bypass estará interconectado aguas arriba de la válvula automática de paro por emergencia ESDV-20402, localizada en la línea proveniente de la frontera 48”-GN-20400-D0A1 y a la salida de la válvula automática de paro por emergencia ESDV-20401, localizada a la salida de la Estación Mata Ortíz CS-2.

La línea 48”-GN-20405-D0A2 cuenta con la válvula de seccionamiento MLV-20409, la cual direccionará el flujo de gas a través o fuera de la Estación de Compresión Mata Ortíz(CS-2); la válvula MLV-20409 cuenta con el bypass 16”-GN-20409-D0A1.

La válvula MLV-20409 cuenta con un transmisor indicador de Presión corriente abajo y corriente arriba de la misma válvula PIT-20409A y PIT-20409B, así como un transmisor indicador de temperatura TIT-20409 corriente debajo de la MLV-20409; las señales serán enviadas al sistema SCADA a través de la UTR y serán desplegadas en el PI-20409A, PI-20409B y TI-20409.

La válvula MLV-20409 cuenta con una línea de venteo acondicionada con tapa de apertura rápida tipo "davit" y una conexión rápida para el sistema de recuperación de venteos, corriente abajo y corriente arriba de la misma válvula MLV-20409.

La válvula MLV-20409 será equipada con un dispositivo de "linebreak" que cerrará el actuador cuando se detecte una caída de presión súbita, permitiendo el cierre en caso de fuga en el gasoducto.

La acción de cierre de la válvula MVL-20409 se podrá realizar de forma remota a través del sistema SCADA y de forma local a través de una botonera.

H.6 Paro de la estación de compresión

H.6.1 Paro normal por mantenimiento

La Estación de Compresión tendrá un paro programado para trabajos de inspección y mantenimiento. Tales paros normales serán de rutina, planeados y calendarizados considerando la disponibilidad de los equipos necesarios y utilizados durante el mantenimiento.

Los objetivos de un paro normal son:

1. Suspensión segura de operación.
2. Purgado de aquellas áreas de la estación donde son necesarios los trabajos de mantenimiento.

Para proceder al paro de la estación se debe de notificar a todas las unidades de proceso afectadas acerca del tiempo programado de paro.

H.6.2 Paro del sumistro del Gas Natural

El paro del suministro de gas natural a los diferentes usuarios podría obedecer a las siguientes diferentes situaciones de emergencia:

- Ruptura de línea.
- Corrosión externa.
- Daño por terceros (movimiento de terreno, excavaciones, construcción, fuego externo, accidentes carreteros).
- Derrumbe o deslave por causas naturales.
- Cierre en falso de alguna ESDV.

H.7 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares en la Estación de Compresión Mata Ortiz CS-2 son:

- Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible a Turbinas.
- Sistema de Venteo de Gas.
- Sistema de Recuperación de Gas.
- Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible a Generador de Energía.
- Sistema de Drenaje de Condensados.

- Sistema de Drenaje Aceitoso.
- Sistema de Aire Comprimido.
- Sistema de Agua de Servicios.
- Sistema de Generación Eléctrica a Gas.
- Sistema de Generación Eléctrica Dual.

H.7.1 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-2001) a Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-2001, el cual contará con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-2071A/2072A y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-2071A/2072A.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-2001 por la línea 3"-FG-20700-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-20701 y el transmisor indicador de presión PIT-20701. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-2071A/2072A uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-20701/20702, enviando una señal para lectura remota, PDI-20701/20702, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-20701/2, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-20701/2, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-20701A/2A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-20701-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-2071A/2A, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 2001, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-20701E/F y TIT-20702E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-20701A/2B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo “trabajo”, PCV-20701/3, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo “monitor” PCV-20702/4, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG-20702- D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV- 20703, la cual se

calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-20700- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-20702-D0A1 se localizará el PIT-20702, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, la línea de salida contará con la válvula SDV-20702 y la válvula BDV-20701A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-2001.

H.7.2 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-2002) a Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-2002, el cual contara con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-2071/2072B y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-2071B1/2072B.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-2002 por la línea 3"-FG-20720-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-20711 y el transmisor indicador de presión PIT-20711. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-2071/2072B uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-20711/20712, enviando una señal para lectura remota, PDI-20711/20712, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-20711/20712, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-20711/20712, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-20711A/20712A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-20720-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-2071/2072B, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 2002, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-20711E/F y TIT-20712E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-20711/20712B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-20711/20713, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-20712/20714, con punto de ajuste de 3606 kPag (523

psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 20722-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-20713, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-20720- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-20722-D0A1 se localizará el PIT-20712, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-20712, la línea de salida contará con la válvula SDV-20712 y la válvula BDV-20711A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-2002.

H.7.3 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-2003) a Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-2003, el cual contara con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-2071/2072C y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-2071C/2072C.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-2003 por la línea 3"-FG-20740-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-20721 y el transmisor indicador de presión PIT-20721. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-2071C/2072C uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-20721/20722, enviando una señal para lectura remota, PDI-20721/20722, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-20721/20722, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-20721/20722, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-20721A1/20722A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-20741-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-2071C/20712C, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 2003, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-20721E/F y TIT-20722E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-20721B/20722B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo “trabajo”, PCV-20721/20723, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo “monitor” PCV-20722/20724, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 20742-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-20723, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-20740- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-20742-D0A1 se localizará el PIT-20722, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-20722, la línea de salida contará con la válvula SDV-20722 y la válvula BDV-20721A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-2003.

H.7.4 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-2004) a Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-2004, el cual contara con los siguientes equipos:

Dos (2) filtros separadores FS-FG-2071/2072D y dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-2071D/2072D.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-2004 por la línea 3"-FG-20760-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-20731 y el transmisor indicador de presión PIT-20731. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-2071D/2072D uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-20731/20732, enviando una señal para lectura remota, PDI-20731/20732, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-20731/20732, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-20731/20732, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-20731A/20732A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-20761-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-2071D/2072D, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 2004, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-20731E/F y TIT-20732E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos

calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-20731B/20732B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo “trabajo”, PCV-20731/20733, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo “monitor” PCV-20732/20734, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 20762-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-20733, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-20760- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-20762-D0A1 se localizará el PIT-20732, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-20732, la línea de salida contará con la válvula SDV-21232 y la válvula BDV-20731A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-2004.

H.7.5 Sistema de Venteo de Gas

El sistema de venteo general estará integrado por dos cabezales, uno de alta presión 16"-V-20501-B0A1 y uno de baja presión 16"-V-20502-A0A1, los cuales concurren en la columna de venteo VC-V-2001.

Sobre el cabezal de baja presión 16"-V-20502-A0A1 se encuentra el orificio de restricción RO-20501 y sobre el cabezal de alta presión 16"-V-20501-B0A1 se encuentra el orificio de restricción RO-20502. El uso de placas de restricción "RO", permite un correcto funcionamiento del sistema de venteo al controlar la presión de operación.

La columna de venteo VC-V-2001 opera a presión atmosférica.

H.7.6 Sistema de Recuperación de Gas

Al sistema de recuperación de gas llegan los venteos por mantenimiento o algún paro programado de las siguientes:

Todos estos venteos llegan al cabezal 4"-V-20520-D0A1 que descarga al recipiente R-V-20921. En el cabezal 4"-V-20520-D0A1 se contará con un transmisor indicador de presión PIT-20521, con indicación de presión en el SCP, PI-20521, en el cual se configurarán una alarma por baja presión en el SCP. Así mismo, sobre este cabezal se instalará un transmisor indicador de flujo, FIT-20521, tipo multivariable y un termopar TE-20521, para hacer el ajuste por temperatura en la medición de flujo. En el SCP se tendrá una indicación de flujo, FI-20521.

El tanque booster tipo knock-out R-V-20921 contará con un vidrio de nivel, LG-20521, un indicador de presión, PG-20521, y un indicador de temperatura TW/TG-20521. Así mismo, se instalará una válvula de seguridad PSV-20521, la cual desfogará hacia la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig). En el fondo del tanque se recolectarán los condensados que se separan a través del demister, para posteriormente

disponer de los condensados a través de la línea 2"-CD-20520-D0A1 donde se tendrá una placa de restricción RO-20521 la cual reducirá la presión, para que el fluido se pueda conducir hasta el recipiente de condensados.

A la salida del recipiente R-V-20921 se podrá enviar el gas hacia el sistema de recuperación de gas venteos PK-V-2001 por medio de la línea 4"-NG-20520-D0A1 o hacia el sistema de acondicionamiento de gas combustible para generadores eléctricos PK-FG-2005 mediante la línea 1 1/2"-FG-20520-D0A1.

El proveedor del sistema de recuperación de gas venteos PK-V-2001 deberá entregar la filosofía de operación del paquete. Este paquete tiene la función de reinyectar el gas natural a través de un motocompresor hacia la línea 42”-GN-20403-D0A1. Así mismo, el paquete PK-V-2001 contará con la línea de bypass 3"-GN-20521-D0A1 con válvula manual tipo bola y válvula check, la cual se utilizará cuando la presión sea suficiente para la reinyección del gas sin requerir la operación del PK-V-2001.

Tabla II.40. Documentos de referencia de proceso de la estación CS2.

Nombre	Clave del plano	Anexo
Diagarma de Flujo de Proceso Estación CS2	SM-200-WOR-PR-PFD-00001-S_00-signed.pdf	**Anexo II.16.** Diagramas CS2
DTI Filtros Separadores CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00001-01-S_00-signed..pdf	
DTI Filtros Separadores CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00001-02-S_00-signed..pdf	
DTI Filtros Separadores CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00001-03-S_00-signed..pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00003-01-S_00-signed..pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00003-02-S_00-signed..pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00003-03-S_00-signed..pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00003-04-S_00-signed..pdf	
DTI Trampa de diablos de envio y recibo de GN CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00004-01-S_00-signed..pdf	
DTI Trampa de diablos de envio y recibo de GN CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00004-02-S_00-signed..pdf	
DTI Sistema de recuperación de gas CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00005-01-S_00-signed..pdf	
DTI Sistema de recuperación de gas CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00005-02-S_00-signed..pdf	
DTI Gas combustible CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00007-01-S_00-signed..pdf	
DTI Gas combustible CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00007-02-S_00-signed..pdf	
DTI Gas combustible CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00007-03-S_00-signed..pdf	
DTI Gas combustible CS2	SM-200-WOR-PR-PID-00007-04-S_00-signed..pdf	

I. Estación de Cumpas CS3

A continuación, se indica la descripción del proceso de alimentación, filtración, compresión, enfriamiento y descarga de gas natural de la Estación de Compresión Cumpas (CS-3), así como todos los servicios auxiliares asociados a los equipos principales. En la Estación de Compresión Cumpas CS-3, el gas natural se recibe proveniente de la Estación de Compresión Mata Ortíz CS-2.

I.1 Alimentación a la estación de compresión

La alimentación del flujo de gas natural será a través del gasoducto proveniente de la Estación de Compresión Mata Ortíz CS-2, el cual suministrará un flujo máximo de 2671 MMPCSD con una presión de operación de 5137 kPag (745 psig), entrando a la estación de compresión CS-3 a través de la línea 48"- GN-60300-D0A2, la cual contará con una junta aislante monoblock, MDJ-30421, para evitar la transición de corriente alterna.

Aguas abajo de la junta MDJ-30421 se localiza la Trampa de Recibo de Diablos (móvil), PR-GN-6001, para la limpieza e inspección del ducto. La trampa incluirá una válvula de bloqueo de 48" operada con motor eléctrico (XV-30405), un sensor local de paso de diablos, XS-10402; además de indicadores locales de presión tanto en la cubeta de la trampa, PG-10404, como en la línea de recibo, PG-10403.

El gas de pateo para el lanzamiento del diablo se obtiene de la línea 16"-GN-30406-D0A1, proveniente del cabezal 48"-GN-60300-D0A1.

Sobre el barril mayor de la trampa de diablos PR-GN-6001, se tiene la línea de venteo 3"-V-30404-D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gases; adicionalmente se tiene la línea de venteo 3"-V-20405- D0A1 que se conecta con la misma. Estas líneas tienen como propósito purgar el equipo PR-GN-6001 del gas natural entrampado posterior al lanzado del diablo sobre el ducto.

Aguas abajo de la trampa, sobre la línea 48"-GN-60200-D0A1, se tiene la Tee guiada BT-30402 para su conexión con la línea 48"-GN-30400-D0A1; además, se tiene la Tee guiada BT-30401 para su conexión con la línea de venteo 16"-GN-30408-D0A1. El fin de la Tee guiada es poder dar libre paso al diablo sobre la tubería hacia el ducto.

Aguas abajo de la Tee Guiada BT-30402, se localiza la válvula automática de paro por emergencia ESDV-30402, esta válvula contará con una línea de by-pass, 4"-GN-30407-D0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-30403. La válvula manual de carga HV-30403 facilitará las operaciones de empacado, purgado. La válvula HV-30403, contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-30403, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula.

Previo a la ESDV-30402 se contará con un PIT-30402A para monitorear la presión desde el SCP, el cual tendrá configurado una alarma por alta presión, baja presión y alta-alta presión. También sobre la línea 42"-GN-30400-D0A1 se contará con un TIT-30402A para monitorear la temperatura desde el SCP, el cual tendrá configurada una alarma por alta-alta temperatura.

Del cabezal de suministro 42"-GN-30400-D0A1, se interconecta la línea de 6"-GN-30107-D0A1 la cual se interconectará con la línea 6"-GN-30332-D0A1 para abastecer al paquete de gas combustible PK-FG-3001/2/3/4. La línea 6"-GN-30107-D0A1 cuenta con una válvula check seguida de una válvula manual HV-30102C, para que una vez trabajando la estación de compresión CS-3 en operación normal, esta válvula se cierre y únicamente se suministre GN mediante la línea 6"-GN-30331-D0A1.

I.2 Filtración

El gas natural proveniente de la Estación de Compresión Mata Ortíz CS-2 ingresará a los filtros separadores tipo coalescedor en un arreglo 4+1 (FS-GN-3001/FS-GN-3002/FS-GN-3003/FS-GN-3004/ FS-GN-3005) por medio de la línea 42"-GN-30400-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42"-GN-30400-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-30109-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-30101B con su placa RO-30101 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 8"-V-30503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-3001.

El gas natural que proviene del cabezal 42"-GN-30400-D0A1 se envía hacia los filtros separadores FS- GN-3001/FS-GN-3002/FS-GN-3003/FS-GN-3004/FS-GN-3005 por las líneas 24"-GN-30101/30102/ 30121/30122/30143-D0A1, respectivamente.

La presión diferencial de cada uno de los filtros será monitoreada por transmisores indicadores de presión diferencial, los cuales a su vez mediante un panel local enviarán la señal a los indicadores de presión diferencial PDI-30101/30102/30111/30112/30121; estos indicadores tendrán la función de monitorear la saturación del equipo mediante la caída de presión. La máxima caída de presión permisible será de 70 kPa (10.0 psi).

Al presentarse una caída de presión igual o mayor a la máxima permisible se enviará una señal electrónica analógica de 4-20 mA con protocolo HART a través del SCP. Los PDI-30101/30102/30111/30112/30121 estarán configurados con alarmas por alta presión diferencial y alta-alta presión diferencial. Estas alarmas serán desplegadas en el HMI y notificarán al operador que es necesario realizar mantenimiento al filtro en operación.

Los filtros tendrán instrumentación local para monitorear las variables de presión y temperatura, TG-30101/2/4/5/6 y PG-30101/2/3/4/5.

La línea de succión al filtro FS-GN-3001, 24"-GN-30101-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-30102A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-30103-D0A1, cuenta con una válvula XV-30103A.

La línea de succión al filtro FS-GN-3002, 24"-GN-30102-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-30102B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-30104-D0A1, cuenta con una válvula XV-30103B.

La línea de succión al filtro FS-GN-3003, 24"-GN-30121-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-30112A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-30123-D0A1, cuenta con una válvula XV-30113A.

La línea de succión al filtro FS-GN-3004, 24"-GN-30122-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-30112B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-30124-D0A1, cuenta con una válvula XV-30113B.

La línea de succión al filtro FS-GN-3005, 24"-GN-30143-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-30122A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-30142-D0A1, cuenta con una válvula XV-30123A.

La principal función de estas válvulas es aislar de la operación o permitirles su operación a los filtros en el proceso, según sea el caso.

El condensado que se recupere en cada uno de los filtros se canalizará a la pierna de nivel y será monitoreado por un indicador de nivel local LG-30101A/B, LG-30102A/B, LG-30111A/B, LG-30112A/B y LG-30121A/B, y un transmisor indicador de nivel LIT-30101A/B, LIT-30102A/B , LIT-30111A/B, LIT- 30112AB y LIT-30121A/B con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo-bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SCP por medio de un lazo de 4-30 mA HART, accionando las válvulas de nivel.

Así mismo, se contará con transmisores indicadores de nivel redundantes LIT-30101C/D, LIT-30102C/D, LIT-30111C/D, LIT-30112A/B y LIT-30121C/D con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo- bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SPE para tomar las medidas necesarias, para evitar el arrastre de condensados que pueda causar daños a los turbocompresores.

El condensado proveniente de los filtros FS-GN-3001/2002/2003/2004/2005 será enviado a través de la línea 2"-CD-30100/20101/20120/20121/20140-A0A1, en donde aguas abajo se cuenta con un transmisor indicador de flujo (FIT-30101/20102/20103/20104/20105), el cual enviará una señal al SCP de alarma por alto-alto flujo y alto flujo. También se contará con una placa de orificio (RO- 30103/20104/20105/20106/20107), la cual reducirá la presión en el límite del equipo paquete de los filtros, para que el fluido circule hasta el cabezal 2"-CD-30100-A0A1 que descarga al recipiente.

El condensado será enviado mediante el accionamiento de las válvulas de nivel automático tipo on/off, LV-30101/20102, LV-30103/20104, LV-30105/20106, LV-30107/20108 y LV-30109/20110. El accionamiento de apertura y cierre de estas válvulas será por acción eléctrica de 24 VCD, mediante las válvulas solenoide de tres vías, las cuales recibirán señal de los transmisores de nivel LIT-30101A/B, LIT- 30102A/B, LIT-30111A/B, LIT-30112A/B y LIT-30121A/B. Las válvulas de control de nivel abrirán cuando se presente un nivel alto accionado por el comando configurado LSH-30101A/B, LSH-30102A/B y LSH- 30111A/B, LSH-30112A/B y LSH-30121A/B cerrarán una vez que se detecte bajo nivel a través del mando configurado LSL-30101A/B, LSL-30102A/B, LSL-30111A/B, LSL-30112A/B y LSL-30121A/B.

Cuando falle el suministro de aire en el actuador de las válvulas de control de nivel, estas cerrarán completamente y su estatus se verificará desde el SCP. Las válvulas de nivel están equipadas con actuador neumático de pistón de acción doble y usarán como fuerza motriz la presión del aire de instrumentos. Para el mantenimiento de estas válvulas de control de nivel, existe un bypass con válvula de corte manual tipo bola de 2", en posición normalmente cerrada.

Para protección de una sobrepresión en los filtros, se contará con una válvula de seguridad por cada filtro, PSV-30101/20102/20103/20104/20105, con una presión de ajuste de 9928 kPag (1440 psig). Estas válvulas desfogarán a un sitio seguro hacia la atmósfera a través de las líneas 2"-V- 30106/20107/20126/20127/20143-A0A1.

El gas filtrado será enviado a través de las líneas 24"-GN-30103/20104/20123/20124/20142-D0A1 que se conectan con el cabezal común 42"-GN-30105-D0A1 el cual alimenta a los turbocompresores TC-GN-3001/2002/2003/2004.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42"-GN-30105-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-30108-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-30102D con su placa RO-30102 para ventear el gas hacia el cabezal de baja presión 8"-V-30503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-3001.

I.3 Compresión y Enfriamiento

I.3.1 Sistema de Compresión

La descarga de los filtros FS-GN-3001/FS-GN-3002/FS-GN-3003/FS-GN-3004/FS-GN-3005 será enviada a un cabezal común 42"-GN-30105-D0A1, localizado a la succión de los turbocompresores de gas Natural (TC-GN-3001/3002/3003/3004).

El gas natural se enviará hacia los turbocompresores TC-GN-3001/3002/3003/3004 a través del cabezal de succión de baja presión 42"-GN-30300-D0A1. En caso de una condición insegura en la estación, este cabezal contará con la línea 8"-V-30300-D0A1, la cual contará con una BDV-30301B con su respectivo RO-30301 para mitigar la presión aguas abajo del gas a ventear hacia la columna de venteo VC-V-3001. El accionamiento de la BDV es mediante aire de instrumentos.

En el cabezal 42"-GN-30300-D0A1 se extraen las líneas 30"-GN-30301/30320/30340/30360-D0A1 para la succión de los compresores TC-GN-3001/2/3/4. Para aislar los equipos de compresión se contará con las válvulas electrohidráulicas SDV-30301/30311/30321/30331. La apertura o cierre de estas válvulas se ejecutará mediante el SCP. Las válvulas electrohidráulicas SDV-30301/30311/30321/30331 se utilizan para el paro rápido/recirculación en frío de los compresores, comandado desde el SCP a través del PLC del turbocompresor.

Sobre el cabezal de succión de baja presión 42"-GN-30300-D0A1, se cuenta con la bifurcación de la línea 6"-GN-30331-D0A1, con válvula de bloqueo manual HV-30313. Esta línea en operación normal alimenta al cabezal de gas combustible 6"-GN-30332-D0A1 el cual a su vez alimenta a los paquetes de acondicionamiento de gas combustible para las turbinas y el paquete de acondicionamiento de gas combustible para el generador eléctrico.

Cada uno de los turbocompresores contará con un panel de control ubicado a pie de equipo, que estará comunicado con el panel de control del turbocompresor (PLC-TC), el cual se localizará en el cuarto de control principal. La operación y control de cada turbocompresor, así como las protecciones, alarmas y secuencia de paro por emergencia, se realizará a través de los PLCs de cada unidad.

En las líneas de succión de los turbocompresores de gas Natural, 30"-GN-30301/30320/30340/30360- E0A1, se monitoreará de manera remota la temperatura de succión en el PLC-TC con el TIT-30302/30312/30322/30332 y en el SCP con el TIT-30301/30311/30321/30331; ambos elementos de temperatura contarán con valores de alarma por baja, baja-baja, alta y alta-alta temperatura de succión. Los valores de alarma de temperatura deberán comunicarse con el PLC-TC de cada unidad de compresión y éstos deben ser utilizados como permisivos para el control del sistema "anti-surge".

También en las líneas de succión se monitoreará la presión de forma local mediante los PG-30301/30311/30321/30331 y remota a través de los PIT-30301/30311/30321/30331 con valores de alarma por alta, alta-alta, baja y baja-baja presión de succión del turbocompresor. Cada turbocompresor contará en las líneas de succión con un filtro en línea tipo cono de bruja, con transmisor indicador de presión diferencial PDIT-30302/30312/30322/30332, los cuales en caso de impurezas enviarán una señal para alarmar por alta presión diferencial y alta-alta presión diferencial.

En las líneas de descarga de los turbocompresores 24"-GN-30303/30322/30342/30362-E0A1, se monitoreará de manera local la presión y temperatura a través de los instrumentos PG- 30302/30312/30322/30332 y TG-30303/30313/30323/30333, respectivamente; y de manera remota se colocarán los instrumentos TIT-30304/30314/30324/30334, los cuales alertarán al operador al presentarse una alarma por alta temperatura y alta-alta temperatura en la descarga de los turbocompresores.

También en las líneas de descarga se monitoreará la presión de forma remota a través de los PIT-30304/30338/30324/30334 con valores de alarma por alta, alta-alta, baja y baja-baja presión de descarga del turbocompresor.

En la línea de descarga de gas de los turbocompresores se contará con una línea de recirculación que se conecta con la línea de succión. En esta línea se incluirá una válvula "fast-stop", SDV-30304/30314/30324/30334. El propósito de estas válvulas será asegurar la protección del compresor en caso de una condición de paro o arranque del equipo, permitiendo que no se presente bajo flujo o baja presión de gas a la succión y de esta manera evitar el fenómeno de "surge". La lógica de control y operación de estas válvulas se define en acción conjunta con el proveedor del turbocompresor.

Las líneas de descarga de los turbocompresores contarán con las válvulas de seguridad, PSV-30301/30311/30321/30331 con punto de ajuste de 10921 kPag (1584 psig), la cual permitirá proteger el sistema de una sobrepresión debido a un desbocamiento del compresor.

I.3.2 Sistema de Enfriamiento

Una vez que el gas se comprime por medio de los turbocompresores TC-GN-3001/3002/3003/3004, el gas natural se enviará a los aeroenfriadores EC-GN-3001/2/3/4 (cada uno con 4 bahías A/B/C/D), los cuales son de tiro forzado y tienen una capacidad térmica que asegura que la temperatura de salida sea de 49°C (120 °F). Los datos de carga térmica, número de bahías, así como número y potencia de los motores de los ventiladores deberán ser proporcionados por el proveedor.

El turbocompresor TC-GN-3001 descargará a través de la línea 24"-GN-30303-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-3001; el turbocompresor TC-GN-3002 descargará a través de la línea de 24"-GN- 30322-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-3002; el turbocompresor TC-GN-3003 descargará a través de la línea de 24"-GN-30342-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-3003 y el turbocompresor TC-GN-3004 descargará a través de la línea de 24"-GN-30362-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-3004.

Aguas abajo de los enfriadores, el gas fluirá a través de las líneas de 24"-GN-30308/30327/30347/30367-E0A1, donde se tiene un monitoreo remoto en el SCP de la temperatura y presión mediante el TIT-30305/30315/30325/30335 y PIT-30302/30312/30322/30332, respectivamente. Estos instrumentos contarán con las alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura; así mismo se contará con las alarmas por alta presión y baja presión. Todas las bahías de enfriamiento cuentan con líneas de dren y venteo para mantenimiento.

Así mismo, se dispondrá de un medidor de flujo tipo placa de orificio, FE-30301/30311/30321/30331, el cual contará con un lazo de control a partir del TE-30306/30316/30326/30336, PIT-30303/30313/30323/ 20333 y FIT-30301/30311/30321/30331, los cuales envían la señal al PLC-TC del turbocompresor para medir el flujo de gas e indicar de manera remota mediante FI-30301/30311/30321/30331. En el SCP se mostrará una alarma por alto flujo y por bajo flujo.

De las líneas 24"-GN-30308/30327/30347/30367-E0A1 se extraen las siguientes líneas: línea de "anti- surge", 16"-GN-30309/30328/30348/30368-E0A1, que se conecta en la succión de los turbocompresores TC-GN-3001/3002/3003/3004. Para cualquier eventualidad de emergencia, se derivará una línea de venteo, 8"-V-30308/30327/30347/30367-B0A1, donde se instalará la válvula BDV-30302A/30312A/ 20322A/30332A con su placa RO-30303/30313/30323/30333 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16"-V-30501-B0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-3001.

Las líneas 16"-GN-30309/30328/30348/30368-E0A1, contarán con una válvula de anti-surge, ASV-30301/30311/30321/30331, las cuales estarán gobernadas por el PLC del turbocompresor (PLC-TC) y su

función principal será proteger el compresor del fenómeno de “surge” al aumentar el volumen y la presión del gas en la succión. La filosofía de control de estas válvulas será alcance del proveedor de los turbocompresores.

Continuando con el flujo de gas se instalarán las válvulas electrohidráulicas SDV- 30303/30313/30323/30333, las cuales se utilizan para aislar el tren de compresión y enfriamiento, así como el paro rápido/recirculación en frío de los compresores, comandado desde el SCP a través del PLC del turbocompresor. Dichas válvulas cuentan con su línea bypass 4"-GN-30310/30329/30349/30369- D0A1 y con su válvula de bloqueo manual HV-30301A/30311A/30321A/30331A.

El gas proveniente de los aeroenfriadores EC-GN-3001/2/3/4, ingresará al cabezal común 42"-GN-30403-D0A1 con dirección a la trampa de envío de diablos, PL-GN-6002 (móvil).

I.4 Descarga de la Estación de Compresión

El gas natural de la descarga de los aeroenfriadores EC-GN-3001/2/3/4, será enviado al cabezal común 42”-GN-30403-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42"-GN-30403-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-GN-30404-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-30401B con su placa RO-30401 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16”-V-30501-B0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-3001.

En el cabezal 42"-GN-30403-D0A1 se instalará la válvula automática de paro de emergencia ESDV- 30401.

Se monitoreará la presión por medio del PIT-30402, el cual estará configurado con alarma por alta y alta- alta presión. La señal de alarma por alta-alta presión enviará una señal para cierre de la válvula ESDV- 30401, garantizando así la seguridad de la instalación por condiciones inseguras de alta presión en el ducto, activando el sistema de paro por emergencia. La válvula ESDV-30401 contará con un bypass, 4"- GN-30408-D0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-30401A tipo bola de 4 pulgadas. La válvula manual de carga HV-30401A, facilitará las operaciones de empacado, purgado y apertura de la válvula ESDV-30401. La válvula HV-30401A, contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-30401, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula HV- 30401A.

Se tiene un monitoreo remoto en el SCP de la temperatura y presión mediante el TIT-30401 y PIT-30401, respectivamente. Estos instrumentos contarán con las alarmas por alta-alta temperatura; así mismo se contará con las alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión.

En la salida de la Estación Cumpas (CS-3) se encontrará la trampa de envío de diablos móvil, PL-GN- 6002, para la limpieza e inspección del ducto, previo al envío al gasoducto de 48 pulgadas de diámetro externo, 48"-GN-60400-D0A2, con dirección a la Estación Santa Ana (CS-4).

La trampa incluirá una válvula de bloqueo de 48” operada con motor eléctrico (XV-30404), un sensor local de paso de diablos, XS-10401, además de indicadores locales de presión tanto en la cubeta de la trampa, PG-10401, como en la línea de envío, PG-10402.

La Trampa de Envío de diablos, PL-GN-6002, tiene 56” de diámetro para el barril mayor y 48” de diámetro para el barril menor.

El gas de pateo para el lanzamiento del diablo se obtiene de la línea 16"-GN-30402-D0A1, proveniente del cabezal 42"-GN-30403-D0A1.

Sobre el barril mayor de la trampa de diablos, PL-GN-6002 se tiene la línea de venteo 3"-V-30402-D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gases; adicionalmente se tiene la línea de venteo 3"-V-30401- D0A1

que se conecta con la misma. Estas líneas tienen como propósito purgar el equipo PL-GN-6002 del gas natural entrampado posterior al lanzado del diablo sobre el ducto.

Aguas abajo de la trampa, sobre la línea 48"-GN-60300-D0A1 se tiene la Tee guiada BT-30403 para su conexión con la línea 48"-GN-30403-D0A1, posteriormente se tiene la Tee guiada BT-30404 para su conexión con la línea de venteo 16"-GN-30407-D0A1.El fin de la Tee guiada es poder dar libre paso al diablo sobre la tubería hacia el ducto.

Aguas abajo de la Tee guiada BT-30404, se instalará una junta dieléctrica monolítica, MDJ-30401, para proveer un aislamiento de la protección catódica del ducto hacia los componentes de la CS-2, y se realiza un cambio de especificación en la tubería 48"-GN-60300-D0A1 pasando a 48"-GN-60300-D0A2 aguas abajo de la junta monolítica.

A la salida de la Estación Cumpas (CS-3), el gas natural será enviado hacia el gasoducto de 48 pulgadas de diámetro externo, 48"-GN-60400-D0A2, con dirección a la Estación Santa Ana (CS-4).

I.5 Válvula de Seccionamiento en By-Pass de CS-3

La Estación de Compresión Mata Ortíz (CS-3) cuenta con el bypass 48”-GN-30405-D0A2, el cual será utilizado cuando no se requiera la utilización del Sistema de Compresión. El bypass estará interconectado aguas arriba de la válvula automática de paro por emergencia ESDV-30402, localizada en la línea proveniente de la frontera 48”-GN-30400-D0A1 y a la salida de la válvula automática de paro por emergencia ESDV-30401, localizada a la salida de la Estación Mata Ortíz CS-3.

La línea 48”-GN-30405-D0A2 cuenta con la válvula de seccionamiento MLV-30416, la cual direccionará el flujo de gas a través o fuera de la Estación de Compresión Cumpas (CS-3); la válvula MLV-30416 cuenta con el bypass 16”-GN-30409-D0A1.

La válvula MLV-30416 cuenta con un transmisor indicador de Presión corriente abajo y corriente arriba de la misma válvula PIT-30416A y PIT-30416B, así como un transmisor indicador de temperatura TIT-30416 corriente debajo de la MLV-30416; las señales serán enviadas al sistema SCADA a través de la UTR y serán desplegadas en el PI-30416A, PI-30416B y TI-30416.

La válvula MLV-30416 cuenta con una línea de venteo acondicionada con tapa de apertura rápida tipo “davit” y una conexión rápida para el sistema de recuperación de venteos, corriente abajo y corriente arriba de la misma válvula MLV-30416.

La válvula MLV-30416 será equipada con un dispositivo de “linebreak” que cerrará el actuador cuando se detecte una caída de presión súbita, permitiendo el cierre en caso de fuga en el gasoducto.

La acción de cierre de la válvula MVL-30416 se podrá realizar de forma remota a través del sistema SCADA y de forma local a través de una botonera.

I.6 Paro de la estación de compresión

I.6.1 Paro normal por mantenimiento

La Estación de Compresión tendrá un paro programado para trabajos de inspección y mantenimiento. Tales paros normales serán de rutina, planeados y calendarizados considerando la disponibilidad de los equipos necesarios y utilizados durante el mantenimiento.

Los objetivos de un paro normal son:

1. Suspensión segura de operación.

2. Purgado de aquellas áreas de la estación donde son necesarios los trabajos de mantenimiento.

Para proceder al paro de la estación se debe de notificar a todas las unidades de proceso afectadas acerca del tiempo programado de paro.

I.6.2 Paro del suministro de gas natural

El paro del suministro de gas natural a los diferentes usuarios podría obedecer a las siguientes diferentes situaciones de emergencia:

- Ruptura de línea.
- Corrosión externa.
- Daño por terceros (movimiento de terreno, excavaciones, construcción, fuego externo, accidentes carreteros).
- Derrumbe o deslave por causas naturales.
- Cierre en falso de alguna ESDV.

I.7 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares en la Estación de Compresión Mata Ortiz CS-3 son:

- Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible a Turbinas.
- Sistema de Venteo de Gas.
- Sistema de Recuperación de Gas.
- Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible a Generador de Energía.
- Sistema de Drenaje de Condensados.
- Sistema de Drenaje Aceitoso.
- Sistema de Aire Comprimido.
- Sistema de Agua de Servicios.
- Sistema de Generación Eléctrica a Gas.
- Sistema de Generación Eléctrica Dual.

I.7.1 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-3001) a Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-3001, el cual contará con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-3071A/2072A y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-3071A/2072A.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-3001 por la línea 3"-FG-30700-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-30701 y el transmisor indicador de presión PIT-30701.

Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-3071A/2072A uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-30701/20702, enviando una señal para lectura remota, PDI-30701/20702, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-30701/2, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-30701/2, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-30701A/2A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-30701-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-3071A/2A, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 3001, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-30701E/F y TIT-30702E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-30701A/2B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-30701/3, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-30702/4, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG-30702- D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV- 30703, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-30700- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-30702-D0A1 se localizará el PIT-30702, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, la línea de salida contará con la válvula SDV-30702 y la válvula BDV-30701A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-3001.

I.7.2 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-3002) a Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-3002, el cual contara con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-3071/3072B y

- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-3071B1/3072B.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-3002 por la línea 3"-FG-30720-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-30711 y el transmisor indicador de presión PIT-30711. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-3071/2072B uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-30711/30712, enviando una señal para lectura remota, PDI-30711/30712, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-30711/30712, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-30711/30712, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-30711A/30712A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-30720-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-3071/3072B, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 3002, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-30711E/F y TIT-30712E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-30711/30712B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-30711/30713, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-30712/30714, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 30722-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-30713, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-30720- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-30722-D0A1 se localizará el PIT-30712, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-30712, la línea de salida contará con la válvula SDV-30712 y la válvula BDV-30711A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-3002.

I.7.3 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-3003) a Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-3003, el cual contara con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-3071/3072C y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-3071C/3072C.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-3003 por la línea 3"-FG-30740-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-30721 y el transmisor indicador de presión PIT-30721. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-3071C/3072C uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-30721/30722, enviando una señal para lectura remota, PDI-30721/30722, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-30721/30722, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-30721/30722, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-30721A1/30722A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-30741-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-3071C/30712C, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 3003, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-30721E/F y TIT-30722E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-30721B/30722B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-30721/30723, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-30722/30724, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 30742-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-30723, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-30740- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-30742-D0A1 se localizará el PIT-30722, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-30722, la línea de salida contará con la válvula SDV-30722 y la válvula BDV-30721A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-3003.

I.7.4 Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible (PK-FG-3004) a Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-3004, el cual contara con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-3071/3072D y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-3071D/3072D.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-3004 por la línea 3"-FG-30760-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-30731 y el transmisor indicador de presión PIT-30731. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-3071D/3072D uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-30731/30732, enviando una señal para lectura remota, PDI-30731/30732, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-30731/30732, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-30731/30732, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-30731A/30732A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-30761-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-3071D/3072D, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 3004, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-30731E/F y TIT-30732E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-30731B/30732B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-30731/30733, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-30732/30734, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 30762-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-30733, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-30760- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-30762-D0A1 se localizará el PIT-30732, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-30732, la línea de salida contará con la válvula SDV-31232 y la válvula BDV-30731A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-3004.

I.7.5 Sistema de venteo de gas

El sistema de venteo general estará integrado por dos cabezales, uno de alta presión 16"-V-30501-B0A1 y uno de baja presión 16"-V-30502-A0A1, los cuales concurren en la columna de venteo VC-V-3001.

Sobre el cabezal de baja presión 16"-V-30502-A0A1 se encuentra el orificio de restricción RO-30501 y sobre el cabezal de alta presión 16"-V-30501-B0A1 se encuentra el orificio de restricción RO-30502. El uso de placas de restricción "RO", permite un correcto funcionamiento del sistema de venteo al controlar la presión de operación.

La columna de venteo VC-V-3001 opera a presión atmosférica.

I.7.6 Sistema de recuperación de gas

Al sistema de recuperación de gas llegan los venteos por mantenimiento o algún paro programado de las siguientes:

Todos estos venteos llegan al cabezal 4"-V-30520-D0A1 que descarga al recipiente R-V-30921. En el cabezal 4"-V-30520-D0A1 se contará con un transmisor indicador de presión PIT-30521, con indicación de presión en el SCP, PI-30521, en el cual se configurarán una alarma por baja presión en el SCP. Así mismo, sobre este cabezal se instalará un transmisor indicador de flujo, FIT-30521, tipo multivariable y un termopar TE-30521, para hacer el ajuste por temperatura en la medición de flujo. En el SCP se tendrá una indicación de flujo, FI-30521.

El tanque booster tipo knock-out R-V-30921 contará con un vidrio de nivel, LG-30521, un indicador de presión, PG-30521, y un indicador de temperatura TW/TG-30521. Así mismo, se instalará una válvula de seguridad PSV-30521, la cual desfogará hacia la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig). En el fondo del tanque se recolectarán los condensados que se separan a través del demister, para posteriormente disponer de los condensados a través de la línea 2"-CD-30520-D0A1 donde se tendrá una placa de restricción RO-30521 la cual reducirá la presión, para que el fluido se pueda conducir hasta el recipiente de condensados.

A la salida del recipiente R-V-30921 se podrá enviar el gas hacia el sistema de recuperación de gas venteos PK-V-3001 por medio de la línea 4"-NG-30520-D0A1 o hacia el sistema de acondicionamiento de gas combustible para generadores eléctricos PK-FG-3005 mediante la línea 1 1/2"-FG-30520-D0A1.

El proveedor del sistema de recuperación de gas venteos PK-V-3001 deberá entregar la filosofía de operación del paquete. Este paquete tiene la función de reinyectar el gas natural a través de un motocompresor hacia la línea 42”-GN-30403-D0A1. Así mismo, el paquete PK-V-3001 contará con la línea de bypass 3"-GN-30521-D0A1 con válvula manual tipo bola y válvula check, la cual se utilizará cuando la presión sea suficiente para la reinyección del gas sin requerir la operación del PK-V-3001.

Tabla II.41. Documentos de referencia de proceso de la estación CS3.

Nombre	Clave del plano	Anexo
Diagarma de Flujo de Proceso Estación CS3	SM-300-WOR-PR-PFD-00001-S_00-signed.pdf	**Anexo II.17.** Diagramas CS3
DTI Filtros Separadores CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00001-01-S_00-signed.pdf	

Nombre	Clave del plano	Anexo
DTI Filtros Separadores CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00001-02-S_00-signed.pdf	
DTI Filtros Separadores CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00001-03-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00003-01-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00003-02-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00003-03-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00003-04-S_00-signed.pdf	
DTI Trampa de diablos de envio y recibo de GN CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00004-01-S_00-signed.pdf	
DTI Trampa de diablos de envio y recibo de GN CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00004-02-S_00-signed.pdf	
DTI Sistema de recuperación de gas CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00005-01-S_00-signed.pdf	
DTI Sistema de recuperación de gas CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00005-02-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00007-01-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00007-02-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00007-03-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible CS3	SM-300-WOR-PR-PID-00007-04-S_00-signed.pdf	

J. Estación Santa Rosa CS4

A continuación, se indica la descripción del proceso de alimentación, filtración, medición, regulación, compresión, enfriamiento y descarga de gas natural de la Estación de Compresión Santa Ana (CS-4), así como, todos los servicios auxiliares asociados a los equipos principales. En la Estación de Compresión Santa Ana CS-4, el gas natural se recibe del punto de interconexión con el Gasoducto Samalayuca-Sásabe (“GSS”) y de la interconexión con el Gasoducto proveniente de la Estación de Compresión Cumpas CS-3.

J.1 Alimentación a la estación de compresión

J.1.1 Gasoducto Samalayuca-Sásabe (“GSS”)

La alimentación del flujo de gas natural será a través del gasoducto Samalayuca-Sásabe (“GSS”) , el cual suministrará un flujo máximo de 884 MMSCFD a una presión de operación de 4619 kPag (670 psig) y una temperatura normal de 25 °C (77 °F), entrando a la estación de compresión CS-4 a través de la línea 30”-GN-40100-D0A1, la cual contará con una junta aislante monoblock, MDJ-40101, para evitar la transición de corriente alterna.

Del cabezal de suministro, 30”-GN-40100-D0A1, se interconecta la línea de 6"-GN-40107-D0A1, la cual abastecerá al paquete de gas combustible PK-FG-4001/2/3/4, esta línea tiene como función suministrar gas para operar los motogeneradores durante el arranque de la estación de compresión CS-4. La línea 6"-GN-40107-D0A1 cuenta con dos válvulas checks seguidas de una válvula manual HV-40102C y HV- 40314, para

que una vez trabajando la estación de compresión CS-4 en operación normal, estas válvulas se cierren y únicamente se suministre GN mediante la línea 6”-GN-40331-D0A1.

Aguas abajo de la junta MDJ-40101, se localiza la válvula automática de paro por emergencia ESDV- 40101A. Esta válvula contará con una línea de by-pass, 4"-GN-40107-D0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-40108A. La válvula manual de carga HV-40108A facilitará las operaciones de empacado, purgado; esta válvula contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-40108, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula.

Posterior a la ESDV-40101A, se contará con un PIT-40101 para monitorear la presión desde el SCP, el cual tendrá configurado una alarma por alta presión, baja presión y baja-baja presión. También sobre la línea 30”-GN-40100-D0A1, se contará con un TIT-40103 para monitorear la temperatura desde el SCP, el cual tendrá configurada una alarma por baja temperatura y alta temperatura.

J.1.2 Gasoducto de estación compresión Cumpas CS3

La alimentación del flujo de gas natural será a través del gasoducto proveniente de la Estación de Compresión Cumpas CS-3, el cual suministrará un flujo máximo de 2654 MMSCFD con una presión de operación de 6321 kPag (917 psig) y una temperatura normal de 32 °C (90 °F), entrando a la estación de compresión CS-4 a través de la línea 48"-GN-60400-D0A2, la cual contará con una junta aislante monoblock, MDJ-40421, para evitar la transición de corriente alterna.

Aguas abajo de la junta MDJ-40421 se localiza la Trampa de Recibo de Diablos, PR-GN-6001, para la limpieza e inspección del ducto. La trampa incluirá una válvula de bloqueo de 48” operada con motor eléctrico (XV-40405), un sensor local de paso de diablos, XS-40402; además de indicadores locales de presión tanto en la cubeta de la trampa, PG-40404, como en la línea de recibo, PG-40403.

El gas de pateo para el lanzamiento del diablo se obtiene de la línea 16"-GN-40406-D0A1, proveniente del cabezal 48"-GN-60400-D0A2.

Sobre el barril mayor de la trampa de diablos PR-GN-6001, se tiene la línea de venteo 3"-V-40404-D0A1

con dirección al sistema de recuperación de gases; adicionalmente se tiene la línea de venteo 3"-V-40405-D0A1 que se conecta con la misma. Estas líneas tienen como propósito purgar el equipo PR-GN-6001 del gas natural entrampado posterior al lanzado del diablo sobre el ducto.

Aguas abajo de la trampa, sobre la línea 48"-GN-60400-D0A1, se tiene la Tee guiada BT-40402 para su conexión con la línea 48"-GN-40120-D0A2; posteriormente se tiene la Tee guiada BT-40401 para su conexión con la línea de venteo 16"-GN-40408-D0A1. El fin de la Tee guiada es poder dar libre paso al diablo sobre la tubería hacia el ducto.

Aguas abajo de la Tee Guiada BT-40402, se localiza la válvula automática de paro por emergencia ESDV-40402, esta válvula contará con una línea de by-pass, 4"-GN-40407-D0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-40403. La válvula manual de carga HV-40403 facilitará las operaciones de empacado, purgado. La válvula HV-40403, contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-40403, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula.

Previo a la ESDV-40402 se contará con un PIT-40402A para monitorear la presión desde el SCP, el cual tendrá configurado una alarma por alta presión, baja presión y alta-alta presión. También sobre la línea 42”-GN-40120-D0A1 se contará con un TIT-40402A para monitorear la temperatura desde el SCP, el cual tendrá configurada una alarma por alta alta temperatura.

Del cabezal de suministro, 42”-GN-40120-D0A1, se interconecta la línea de 6"-GN-40141-D0A1 la cual se interconectará con la línea 6"-GN-40107-D0A1 para abastecer al paquete de gas combustible PK-FG-4001/2/3/4. La línea 6"-GN-40141-D0A1 cuenta con una válvula check seguida de una válvula manual HV-40103C, para que una vez trabajando la estación de compresión CS-4 en operación normal, esta válvula se cierre y únicamente se suministre GN mediante la línea 6”-GN-40331-D0A1.

J.2 Filtración

J.2.1 Gasoducto Samalayuca-Sásabe (“GSS”)

El gas natural proveniente del gasoducto Samalayuca-Sásabe (“GSS”) ingresará a los filtros separadores tipo coalescedor en un arreglo 1+1 (FS-GN-4001/FS-GN-4002) por medio de la línea 30”-GN-40100-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 30”-GN-40100-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-40109-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-40101B con su placa RO-40101 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 8”-V-40503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-4001.

El gas natural que proviene del cabezal de alimentación 30"-GN-40100-D0A1 se envía hacia los filtros separadores FS-GN-4001/FS-GN-4002 por las líneas 20"-GN-40101-DA01 & 20”-GN-40102-D0A1, respectivamente. La operación del filtrado de gas se realizará con un filtro en operación y el otro de relevo.

Al final del cabezal de alimentación 30"-GN-40100-D0A1, posterior a los ramales de alimentación de los filtros, se encuentra una válvula de bloqueo con motor eléctrico de 30”, XV-40104A, la cual se instalará para la interconexión entre el gas proveniente del gasoducto Carso y el gas proveniente del gasoducto de la Estación de Compresión Cumpas CS-3.

La presión diferencial de cada uno de los filtros será monitoreada por transmisores indicadores de presión diferencial, los cuales a su vez mediante un panel local enviarán la señal a los indicadores de presión diferencial PDI-40101/40102; estos indicadores tendrán la función de monitorear la saturación del equipo mediante la caída de presión. La máxima caída de presión permisible será de 68.9 kPa (10.0 psi).

Al presentarse una caída de presión igual o mayor a la máxima permisible se enviará una señal electrónica analógica de 4 – 20 mA con protocolo HART a través del SCP. Los PDI-40101/40102 estarán configurados con alarmas por alta presión diferencial y muy alta presión diferencial. Estas alarmas serán desplegadas en el HMI y notificarán al operador que es necesario realizar mantenimiento al filtro en operación.

Los filtros tendrán instrumentación local para monitorear las variables de presión y temperatura, TG- 40101/2 y PG-40101/2.

La línea de succión al filtro FS-NG-4001, 20"-GN-40101-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-40102A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 20"-GN-40103-D0A1, cuenta con una válvula XV-40103A.

La línea de succión al filtro FS-GN-4002, 20"-GN-40102-D0A1, cuenta con la válvula operada por motor eléctrico XV-40102B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro,20"-GN-40104-D0A1, cuenta con una válvula XV-40103B.

La principal función de estas válvulas es aislar de la operación o permitirles su operación a los filtros en el proceso, según sea el caso.

En el evento de que salga de operación el filtro principal FS-NG-4001, se deberán abrir la XV-40102B/3B y posterior a ello cerrar las válvulas XV-40102A/3A.

El condensado que se recupere en cada uno de los filtros se canalizará a la pierna de nivel y será monitoreado por un indicador de nivel local LG-40101A/B y LG-40102A/B, y un transmisor indicador de nivel LIT-40101A/B y LIT-40102A/B, con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo-bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SCP por medio de un lazo de 4-30 mA HART, accionando las válvulas de nivel.

Así mismo se contará con transmisores indicadores de nivel redundantes LIT-40101C/D y LIT-40102C/D con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo-bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SPE para tomar las medidas necesarias, para evitar el arrastre de condensados que puedan causar daños a los turbocompresores.

El condensado proveniente de los filtros FS-GN-4001/4002 será enviado a través de la línea 2"-CD-40100/40101-A0A1, en dónde aguas abajo se cuenta con un transmisor indicador de flujo (FIT- 40101/40102), el cual enviará una señal al SCP de alarma por alto-alto flujo y alto flujo. También se contará con una placa de orificio (RO-40103/40104), la cual reducirá la presión en el límite del equipo paquete de los filtros, para que el fluido circule hasta el cabezal 4"-CD-40600-A0A1 que descarga al recipiente.

El condensado será enviado mediante el accionamiento de las válvulas de nivel automático tipo on/off, LV-40101/40102 y LV-40103/40104. El accionamiento de apertura y cierre de estas válvulas será por acción eléctrica de 24 VCD, mediante las válvulas solenoide de tres vías, las cuales recibirán señal de los transmisores de nivel LIT-40101A/B y LIT-40102A/B. Las válvulas de control de nivel abrirán cuando se presente un nivel alto accionado por el comando configurado LSH-40101A/B, LSH-40102A/B y cerrarán una vez que se detecte bajo nivel a través del mando configurado LSL-40101A/B y LSL-40202A/B.

Cuando falle el suministro de aire en el actuador de las válvulas de nivel, estas cerrarán completamente y su estatus se verificará desde el SCP. Las válvulas de nivel están equipadas con actuador neumático de pistón de acción doble y usarán como fuerza motriz la presión del aire de instrumentos. Para el mantenimiento de estas válvulas de control de nivel, existe un bypass con válvula de corte manual tipo bola de 2", en posición normalmente cerrada.

Para protección de una sobrepresión en los filtros, se contará con una válvula de seguridad por cada filtro, PSV-40101/40102, con una presión de ajuste de 9928 kPag (1440 psig). Estas válvulas desfogarán a un sitio seguro hacia la atmósfera a través de las líneas 2"-V-40106/40107-A0A1.

El gas filtrado será enviado a través de las líneas 20"-GN-40103/40104-D0A1 que se conectan con el cabezal común 30"-GN-40105-D0A1, el cual alimenta al patín de medición MS-GN-1001/2/3.

Este cabezal común de descarga 30"-GN-10105-D0A1 cuenta con una válvula XV-40105A al final del cabezal, posterior a los ramales de descarga de los filtros, dicha válvula se instalará para interconectar el gas proveniente del gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") y el gas proveniente del gasoducto de la Estación de Compresión Cumpas CS-3.

Adicionalmente, se cuenta con un bypass entre el cabezal de entrada y salida de los filtros separadores FS-GN-4001 / FS-GN-4002, 30"-GN-40100-D0A1 y 30"-GN-40105-D0A1; donde se instalará la válvula de bloqueo operada con motor eléctrico XV-40104B. Este bypass dará flexibilidad para enviar gas natural hacia el Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") .

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 30"-GN-40105-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-40108-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-40102D con su placa RO-40102 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 8"-V-40503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-4001.

J.2.2 Gasoducto de estación compresión Cumpas CS3

El gas natural proveniente del gasoducto de Estación de Compresión Cumpas CS-3 ingresará a los filtros separadores tipo coalescedor en un arreglo 4+1 (FS-GN-4003/FS-GN-4004/ FS-GN-4005/FS-GN- 4006/FS-GN-4007) por medio de la línea 42"-GN-10120-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42"-GN-40120-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-40111-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-40103D con su placa RO-40111 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 8"-V-40503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-4001.

El gas natural que proviene del cabezal 42"-GN-40120-D0A1 se envía hacia los filtros separadores FS- GN-4003/FS-GN-4004/FS-GN-4005/FS-GN-4006/FS-GN-4007 por las líneas 24"-GN-40121/40122/ 40143/40145/40153-D0A1, respectivamente.

El cabezal de alimentación 42"-GN-40120-D0A1 se interconectará con el cabezal de alimentación proveniente de Gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") 30"-NG-40100-D0A1, mediante la válvula manual XV-40104A, cada uno mantendrá su tren de operación.

La presión diferencial de cada uno de los filtros será monitoreada por transmisores indicadores de presión diferencial, los cuales a su vez mediante un panel local enviarán la señal a los indicadores de presión diferencial PDI-40111/40112/40121/40122/40131; estos indicadores tendrán la función de monitorear la saturación del equipo mediante la caída de presión. La máxima caída de presión permisible será de 68.9 kPa (10.0 psi).

Al presentarse una caída de presión igual o mayor a la máxima permisible se enviará una señal electrónica analógica de 4 – 20 mA con protocolo HART a través del SCP. Los PDI-40111/40112/40121/40122/40131 estarán configurados con alarmas por alta presión diferencial y muy alta presión diferencial. Estas alarmas serán desplegadas en el HMI y notificarán al operador que es necesario realizar mantenimiento al filtro en operación.

Los filtros tendrán instrumentación local para monitorear las variables de presión y temperatura, TG-40104/5/6/7/8 y PG-40103/4/5/6/7.

La línea de succión al filtro FS-GN-4003, 24"-GN-40121-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-40112A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-40123-D0A1, cuenta con una válvula XV-40113A.

La línea de succión al filtro FS-GN-4004, 24"-GN-40122-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-40112B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-40124-D0A1, cuenta con una válvula XV-40113B.

La línea de succión al filtro FS-GN-4005, 24"-NG-40143-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-40122B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-40142-D0A1, cuenta con una válvula XV-40123B.

La línea de succión al filtro FS-GN-4006, 24"-NG-40145-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-40122B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-40144-D0A1, cuenta con una válvula XV-40123B.

La línea de succión al filtro FS-GN-4007, 24"-GN-40153-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-40132A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-40152-D0A1, cuenta con una válvula XV-40133B.

La principal función de estas válvulas es aislar de la operación o permitirles su operación a los filtros en el proceso, según sea el caso.

En el evento de que salga de operación el filtro principal FS-NG-4004/4005/4006/4007, se deberá abrir la válvula XV-40106 para que el flujo continúe sobre el cabezal 42"-GN-40120-D0A1 hacia el filtro de respaldo FS-GN-4003, donde se deberán abrir la XV-40112A/40113A y posterior a ello cerrar las válvulas de bloqueo del filtro que saldrá de operación.

El condensado que se recupere en cada uno de los filtros se canalizará a la pierna de nivel y será monitoreado por un indicador de nivel local LG-40111A/B, LG-40112A/B, LG-40121A/B, LG-40122A/B y LG-40131A/B, y un transmisor indicador de nivel LIT-40111A/B, LIT-40112A/B , LIT-40121A/B, LIT- 40122AB y LIT-40131A/B con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo-bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SCP por medio de un lazo de 4-30 mA HART, accionando las válvulas de nivel.

Así mismo se contará con transmisores indicadores de nivel redundantes LIT-40111C/D, LIT-40112C/D, LIT-40121C/D, LIT-40122A/B y LIT-40131C/D con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo- bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SPE para tomar las medidas necesarias, para evitar el arrastre de condensados que pueda causar daños a los turbocompresores.

El condensado proveniente de los filtros FS-GN-4003/4004/4005/4006/4007 será enviado a través de la línea 2"-CD-40120/40121/40140/40141/40150-A0A1, en dónde aguas abajo se cuenta con un transmisor indicador de flujo (FIT-40103/40104/40105/40106/40107), el cual enviará una señal al SCP de alarma por alto-alto flujo y alto flujo. También se contará con una placa de orificio (RO- 40105/40106/40107/40108/40109), la cual reducirá la presión en el límite del equipo paquete de los filtros, para que el fluido circule hasta el cabezal 4"-CD-40600-A0A1 que descarga al recipiente.

El condensado será enviado mediante el accionamiento de las válvulas de nivel automático tipo on/off, LV-40105/40106, LV-40107/40108, LV-40109/40110 y LV-40111/40112. El accionamiento de apertura y cierre de estas válvulas será por acción eléctrica de 24 VCD, mediante las válvulas solenoide de tres vías, las cuales recibirán señal de los transmisores de nivel LIT-40111A/B, LIT-40112A/B , LIT-40121A/B, LIT- 40122A/B y LIT-40131A/B. Las válvulas de control de nivel abrirán cuando se presente un nivel alto accionado por el comando configurado LSH-40111A/B, LSH-40112A/B y LSH-40121A/B, LSH-40122A/B y LSH-40131A/B cerrarán una vez que se detecte bajo nivel a través del mando configurado LSL- 40111A/B, LSL-40212A/B , LSL-40221A/B, LSL-40122A/B y LSL-40131A/B.

Cuando falle el suministro de aire en el actuador de las válvulas de control de nivel, estas cerrarán completamente y su estatus se verificará desde el SCP. Las válvulas de nivel están equipadas con actuador neumático de pistón de acción doble y usarán como fuerza motriz la presión del aire de instrumentos. Para el mantenimiento de estas válvulas de control de nivel, existe un bypass con válvula de corte manual tipo bola de 2" pulgadas, en posición normalmente cerrada.

Para protección de una sobrepresión en los filtros, se contará con una válvula de seguridad por cada filtro, PSV-40103/40104/40105/40106/40107, con una presión de ajuste de 9928 kPag (1440 psig). Estas válvulas desfogarán a un sitio seguro hacia la atmósfera a través de las líneas 2"-V- 40126/40127/40143/40147/40153-A0A1.

El gas filtrado será enviado a través de las líneas 24"-GN-40123/40124/40142/40144/40152-D0A1 que se conectan con el cabezal común 42"-GN-40125-D0A1 el cual alimenta al patín de medición MS-GN-4004/5/6/7/8.

Este cabezal común de descarga 42"-GN-40125-D0A1 se interconectará con el cabezal común de descarga del gasoducto Samalayuca-Sásabe (“GSS”) ,30"-GN-40105-D0A1, mediante la válvula XV-40107A.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42”-GN-40125-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-40110-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-40104C con su placa RO-40110 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 8”-V-40503-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-4001.

J.3 Regulación y Medición

J.3.1 Gasoducto Samalayuca-Sásabe (“GSS”)

El gas proveniente de los filtros separadores tipo coalescedor FS-GN-4001/FS-GN-4002, contará con una etapa de regulación antes de la etapa de medición.

La etapa de regulación garantiza la igualación de presiones de ambas corrientes de alimentación a la Estación de Compresión 4, CS-4.

Patín de regulación

El gas natural que proviene del cabezal 30"-GN-40105-D0A1 se envía hacia el cabezal común del patín de regulación RS-GN-4001/4002/4003, 30”-GN-40269-D0A1. El patín de regulación RS-GN- 4001/4002/4003 podrá funcionar de manera bidireccional y contará con tres brazos de regulación, 16"- NG-40270/40271/40272-D0A1, en arreglo 1+1+1, es decir, un brazo en operación, uno de relevo y un tercero que en caso que la regulación sea de presión y no de flujo, estará actuando. La capacidad máxima de operación de cada brazo es de 440 MMSCFD.

Cada brazo de regulación de flujo contará con válvulas de corte automáticas operadas con motor eléctrico a la entrada y a la salida, XV-40231A/B/C y XV-40232A/B/C. Estas válvulas permitirán realizar las maniobras operativas para alinear el brazo en operación y dejar fuera el brazo en espera.

Cada brazo contará con una válvula reguladora de flujo FCV-40132A/B/C y así como un indicador de presión PG-40232A/B/C.

A la salida del patín de regulación se cuenta con un cabezal común 30”-GN-40273-D0A1 que se interconecta con el patín de medición MS-GN-4001/4002/4003 por medio de la línea 30”-GN-40268-D0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, de los cabezales 30”-GN-40269-D0A1 y 30”-GN-40273-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-40264-D0A1 y 8"-V-40265-D0A1, donde se instalará la válvula BDV- 40232 y BDV-40233 con su placa RO-40232 y RO-40233 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16”-V-40502-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-4001.

Patín de medición

El gas natural que proviene del cabezal 30"-GN-40268-D0A1 se envía hacia el cabezal común del patín de medición MS-GN-4001/4002/4003, 30”-GN-40260-D0A1.

El patín de medición de tipo ultrasónico MS-GN-4001/4002/4003 podrá funcionar de manera bidireccional y contará con dos brazos de medición, 20”-GN-40261/40262/40263-D0A1, en arreglo 2+1. La capacidad máxima de operación de cada brazo es 440 MMSCFD.

Cada brazo contará con un acondicionador de flujo a la entrada y a la salida FX-40231A/B/C y FX- 40231D/E/F, un transmisor de flujo del tipo ultrasónico, FE/FT-40231A/B/C, un transmisor indicador de presión, PIT-40231A/B/C, un transmisor indicador de temperatura, TE/TIT-40231A/B/C, así como un indicador de presión, PG-40231A/B/C y un indicador de temperatura, TG-40231A/B/C.

Los transmisores de flujo, FE/FT-40231A/B/C, enviarán una señal de flujo hacia el FQI-40202.

Los instrumentos transmisores mostrarán, remotamente en el SCADA a través del FQI/UTR, una indicación de flujo, temperatura y presión. Las señales de presión y temperatura por medio del PIT- 40231A/B/C y del TIT-40231A/B/C se utilizarán para hacer las correcciones correspondientes del flujo medido en el FQI/UTR hacia el SCADA.

Cada brazo de medición contará con válvulas manuales a la entrada, HV-40233A/B/C y válvulas de corte operadas con motor eléctrico a la salida,XV-40234A/B/C. Estas válvulas permitirán realizar las maniobras operativas para alinear el brazo en operación y dejar fuera el brazo en espera.

El cabezal de descarga 30"-GN-40264-D0A1 del patín de medición MS-GN-3001/2/3, se interconectará con la línea 30"-GN-40265-D0A1 al cabezal 42"-GN-40300-D0A1. La línea 42"-GN-40300-D0A1 podrá ser seccionada con la válvula XV-40321B de 42".

Continuando con el proceso, el gas natural se enviará por medio de la línea 30"-GN-40265-D0A1 a una unidad de análisis de calidad del gas, la cual consistirá en los siguientes elementos de análisis:

- Azufre total (ST) y H_2S, AIT-40231/40232.
- Humedad (H_2O), AIT-40233.
- Composición del gas (cromatógrafo de gases), AIT-40234.
- Oxígeno (O_2) , AIT-40235.

El cromatógrafo de gases será capaz de analizar la composición del gas natural de C1 a C9+, CO_2, O2, poder calorífico y gravedad específica del flujo a través de columnas y detectores de conductividad térmica tipo termistor. El equipo deberá incluir todos los accesorios en acero inoxidable, tanques de gas de arrastre y cilindro de gas de calibración con regulador y conexiones. El tiempo de análisis del equipo será de 5 minutos o menos, con una repetibilidad de ± 0.5 BTU/1000 SCF.

El analizador de humedad será capaz de determinar cuantitativa y directamente la cantidad de humedad en el gas sin interferencias debido a la presencia de H2S, CO2 o NH3 en la corriente de gas, con una repetibilidad de 0.2 ppm en volumen o el 1% de la lectura (el mayor de ellos) con un flujo de muestreo de 750 ml/min a 15 psi. El equipo deberá incluir filtro de acondicionador de muestra, medidores y válvulas. El analizador deberá cumplir con el método de prueba establecido ASTM-D-5454-04 para celdas de tipo láser, usar tecnología de cristal de cuarzo o sensor de óxido de aluminio. La envolvente del analizador deberá ser a prueba de explosión NEMA 7 y en concordancia con la clasificación del área en la que se ubique.

La celda de muestra debe ser de acero inoxidable 316L pulido.

El analizador de humedad deberá contar con una salida de 4-30 mA para conexión hacia el computador de flujo y un puerto de comunicación Ethernet RJ45 para diagnóstico.

El analizador de H2O deberá contar con su probeta de toma de muestra, a definir en la ingeniería de detalle.

El SCADA recibirá señales del equipo analizador y tendrá alarmas configuradas por alta concentración de H2O, H2S, y azufre total. En caso de presentarse un alto contenido de C9+ o de alguno de los parámetros de calidad en la corriente de gas, según lo indicado en la NOM-001-SECRE-3010, se activará una alarma. El operador deberá decidir cuál será la acción por seguir en este evento.

El computador de flujo FQI-40202 enviará las señales de estas variables al SCP y posteriormente al SCADA, en donde se tendrá indicación de cada una de ellas.

Inmediatamente después se tendrá el PIT-40232 y el TIT-40232, que enviarán señales de los parámetros medidos a través del FQI-40202 al SCADA para verificar las condiciones de salida del patín de medición de flujo.

Para cualquier eventualidad de emergencia, de los cabezales 30"-GN-40260-D0A1 y 30"-GN-40264-D0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-V-40266-D0A1 y 8"-V-40267-D0A1, donde se instalará la válvula BDV-40234D y BDV-40235A con su placa RO-40234 y RO-40235 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16"-V-40502-A0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-4001.

J.3.2 Gasoducto de estación compresión Cumpas CS3

El gas proveniente de los filtros separadores tipo coalescedor FS-GN-4003 / FS-GN-4004 / FS-GN-4005 / FS-GN-4006 / FS-GN-4007 será enviado al sistema de compresión. No se cuenta con sistema de regulación y medición.

J.4 Compresión y Enfriamiento

J.4.1 Sistema de Compresión

La descarga de los patines de medición MS-GN-4001/4002/4003 y el gas proveniente de los filtros FS- GN-4003/FS-GN-4004/ FS-GN-4005/FS-GN-4006/FS-GN-4007 será enviado a un cabezal común 42"- GN-40300-D0A1, localizado a la succión de los turbocompresores de gas Natural (TC-GN- 4001/4002/4003/4004).

El gas natural se enviará hacia los turbocompresores TC-GN-4001/2/3/4 a través del cabezal de succión de baja presión 42"-GN-40300-D0A1. En caso de una condición insegura en la estación, este cabezal contará con la línea 8"-V-40300-D0A1, la cual contará con una BDV-40301B con su respectivo RO-40301 para mitigar la presión aguas abajo del gas a ventear hacia la columna de venteo VC-V-4001. El accionamiento de la BDV es mediante aire de instrumentos.

En el cabezal 42"-GN-40300-D0A1 se extraen las líneas 30"-GN-40301/40320/40340/40360-D0A1 para la succión de los compresores TC-GN-4001/2/3/4. Para aislar los equipos de compresión se contará con las válvulas electrohidráulicas SDV-40301/40311/40321/40331. La apertura o cierre de estas válvulas se ejecutará mediante el SCP. Las válvulas electrohidráulicas SDV-40301/40311/40321/40331 se utilizan para el paro rápido/recirculación en frío de los compresores, comandado desde el SC a través del PLC del turbocompresor.

Sobre el cabezal de succión de baja presión 42"-GN-40300-D0A1, se cuenta con la bifurcación de la línea 6"-GN-40331-D0A1, con válvula de bloqueo manual HV-40313. Esta línea en operación normal alimenta al cabezal de gas combustible 6"-GN-40332-D0A1 el cual a su vez alimenta a los paquetes de acondicionamiento de gas combustible para las turbinas y el paquete de acondicionamiento de gas combustible para el generador eléctrico.

Cada uno de los turbocompresores contará con un panel de control ubicado a pie de equipo, que estará comunicado con el panel de control del turbocompresor (PLC-TC), el cual se localizará en el cuarto de control principal. La operación y control de cada turbocompresor, así como las protecciones, alarmas y secuencia de paro por emergencia, se realizará a través de los PLCs de cada unidad.

En las líneas de succión de los turbocompresores de gas Natural , 30"-GN-40301/40320/40340/40360- E0A1, se monitoreará de manera remota la temperatura de succión en el PLC-TC con el TIT-40302/40312/40322/40332 y en el SCP con el TIT-40301/40311/40321/40331; ambos elementos de

temperatura contarán con valores de alarma por baja, muy baja, alta y muy alta temperatura de succión. Los valores de alarma de temperatura deberán comunicarse con el PLC-TC de cada unidad de compresión y éstos deben ser utilizados como permisivos para el control del sistema “anti-surge”.

También en las líneas de succión se monitoreará la presión de forma local mediante los PG-40331/40321/40311/40301 y remota a través de los PIT-40301/40311/40321/40331 con valores de alarma por alta, muy alta, baja y muy baja presión de succión del turbocompresor. Cada turbocompresor contará en las líneas de succión con un filtro en línea tipo cono de bruja, con transmisor indicador de presión diferencial PDIT-40302/40312/40322/40332, los cuales en caso de impurezas enviarán una señal para alarmar por alta presión diferencial y alta-alta presión diferencial.

En las líneas de descarga de los turbocompresores 24"-GN-30303/30322/30342/30362-E0A1, se monitoreará de manera local la presión y temperatura a través de los instrumentos PG- 30302/30312/30322/30332 y TG-30303/30313/30323/30333, respectivamente; y de manera remota se colocarán los instrumentos TIT-30304/30314/30324/30334, los cuales alertarán al operador al presentarse una alarma por alta temperatura y alta-alta temperatura en la descarga de los turbocompresores.

También en las líneas de descarga se monitoreará la presión de forma remota a través de los PIT-30304/30314/30324/30334 con valores de alarma por alta, muy alta, baja y muy baja presión de descarga del turbocompresor.

En la línea de descarga de gas de los turbocompresores se contará con una línea de recirculación que se conecta con la línea de succión. En esta línea se incluirá una válvula “fast-stop”, SDV-30304/30314/30324/30334. El propósito de estas válvulas será asegurar la protección del compresor en caso de una condición de paro o arranque del equipo, permitiendo que no se presente bajo flujo o baja presión de gas a la succión y de esta manera evitar el fenómeno de “surge”. La lógica de control y operación de estas válvulas se define en acción conjunta con el proveedor del turbocompresor.

Las líneas de descarga de los turbocompresores contarán con las válvulas de seguridad, PSV-30301/30311/30321/30331 con punto de ajuste de 9,928 kPag (1,440 psig), la cual permitirá proteger el sistema de una sobrepresión debido a un desbocamiento del compresor.

J.4.2 Sistema de Enfriamiento

Una vez que el gas se comprime por medio de los turbocompresores TC-GN-3001/2/3/4, el gas natural se enviará a los aeroenfriadores EC-GN-1001/2/3/4 (con 5 bahías cada uno A/B/C/D/E), los cuales son de tiro forzado y tienen una capacidad térmica que asegura que la temperatura de salida sea de 49°C (120 °F). Los datos de carga térmica, número de bahías, así como número y potencia de los motores de los ventiladores deberán ser proporcionados por el proveedor.

El turbocompresor TC-NG-4001 descargará a través de la línea 24"-GN-40303-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-4001; el turbocompresor TC-GN-4002 descargará a través de la línea de 24"-GN- 40322-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-4002; el turbocompresor TC-GN-4003 descargará a través de la línea de 24"-GN-40342-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-4003 y el turbocompresor TC-GN-4004 descargará a través de la línea de 24"-GN-40362-E0A1 hacia el aeroenfriador EC-GN-4004.

Aguas abajo de los enfriadores, el gas fluirá a través de las líneas de 24”-GN-40308/40327/40347/40367-E0A1, donde se tiene un monitoreo remoto en el SCP de la temperatura y presión mediante el TIT-40305/40315/40325/40335 y PIT-40302/40312/40322/40332, respectivamente. Estos instrumentos contarán con las alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura; así

mismo se contará con las alarmas por alta presión y baja presión. Todas las bahías de enfriamiento cuentan con líneas de dren y venteo para mantenimiento.

Así mismo, se dispondrá de un medidor de flujo tipo placa de orificio, FE-40301/40311/40321/40331, el cual contará con un lazo de control a partir del TE-40306/40316/40326/40336, PIT- 40303/40313/40323/40333 y FIT-40301/40311/40321/40331, los cuales envían la señal al PLC-TC del turbocompresor para medir el flujo de gas e indicar de manera remota mediante FI- 40301/40311/40321/40331. En el SCP se mostrará una alarma por alto flujo y por bajo flujo.

De las líneas 24”-GN-40308/40327/40347/40367-E0A1 se extraen las siguientes líneas: línea de “anti- surge”, 16"-GN-40309/40328/40348/40368-E0A1, que se conecta en la succión de los turbocompresores TC-GN-4001/4002/4003/4004. Para cualquier eventualidad de emergencia, se derivará una línea de venteo, 8"-V-40308/40327/40347/40367-B0A1, donde se instalará la válvula BDV- 40302A/40312A/40322A/40332A con su placa RO-40303/40313/40323/40333 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16”-V-40501-B0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-4001.

Las líneas 16"-GN-40309/40328/40348/40368-E0A1, contarán con una válvula de anti-surge, ASV-40301/40311/40321/40331, las cuales estarán gobernadas por el PLC del turbocompresor (PLC-TC) y su función principal será proteger el compresor del fenómeno de “surge” al aumentar el volumen y la presión del gas en la succión. La filosofía de control de estas válvulas será alcance del proveedor de los turbocompresores.

Continuando con el flujo de gas se instalarán las válvulas electrohidráulicas SDV- 40303/40313/40323/40333, las cuales se utilizan para aislar el tren de compresión y enfriamiento, así como el paro rápido/recirculación en frío de los compresores, comandado desde el SCP a través del PLC del turbocompresor. Dichas válvulas cuentan con su línea bypass 4"-GN-40310/40329/40349/40369- E0A1 y con su válvula de bloqueo manual HV-40301A/40311A/40321A/40331A.

El gas proveniente de los aeroenfriadores EC-GN-4001/2/3/4, ingresará al cabezal común 42"-GN-40403-E0A1 con dirección a la trampa de envío de diablos, PL-GN-4002.

Adicionalmente, se cuenta con un by-pass entre el cabezal de salida del patín de medición MS-GN- 4001/2/3 y el cabezal de salida de los aeroenfriadores EC-GN-4001/2/3/4, 30"-GN-10265-E0A1 y 42”-GN- 40403-E0A1; donde se instalará la válvula de bloqueo operada con motor eléctrico XV-40402.

J.5 Descarga de la estación de compresión

El gas natural de la descarga de los aeroenfriadores EC-GN-4001/2/3/4, será enviado al cabezal común 42”-GN-40403-E0A1.

Para cualquier eventualidad de emergencia, del cabezal 42"-GN-40403-E0A1 se derivará una línea de venteo, 8"-GN-40404-E0A1, donde se instalará la válvula BDV-40401B con su placa RO-40401 para ventear el gas hacia el cabezal de alta presión 16”-V-40501-B0A1, el cual conducirá a la columna de venteo VC-V-4001.

En el cabezal 42"-GN-40403-E0A1 se instalará la válvula automática de paro de emergencia ESDV- 40401.

Se monitoreará la presión por medio del PIT-40402, el cual estará configurado con alarma por alta y alta- alta presión. La señal de alarma por alta-alta presión enviará una señal para cierre de la válvula ESDV- 40401, garantizando así la seguridad de la instalación por condiciones inseguras de alta presión en el ducto, activando el sistema de paro por emergencia. La válvula ESDV-40401 contará con un bypass, 4"- GN-40408-E0A1, para cargar el sistema durante el arranque, abriendo la válvula manual HV-40401A tipo bola de 4 pulgadas. La válvula manual de carga HV-40401A, facilitará las operaciones de empacado, purgado y apertura de la válvula

ESDV-40401. La válvula HV-40401A, contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-40401, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula HV- 40401A.

Se tiene un monitoreo remoto en el SCP de la temperatura y presión mediante el TIT-40401 y PIT-40401, respectivamente. Estos instrumentos contarán con las alarmas por muy alta temperatura; así mismo se contará con las alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión.

En la salida de la Estación Santa Ana (CS-4) se instalará una trampa de envío de diablos, PL-GN-4002, para la limpieza e inspección del ducto, previo al envió al gasoducto de 48 pulgadas de diámetro externo, 48"-GN-60500-E0A2, con dirección a la EMRYC Puerto Libertad .

La trampa incluirá una válvula de bloqueo de 48” operada con motor eléctrico (XV-40404), un sensor local de paso de diablos, XS-40401, además de indicadores locales de presión tanto en la cubeta de la trampa, PG-40401, como en la línea de envío, PG-40402.

La Trampa de Envío de diablos PL-GN-4002 tiene 56” de diámetro para el barril mayor y 48” de diámetro para el barril menor.

El gas de pateo para el lanzamiento del diablo se obtiene de la línea 16"-GN-40402-E0A1, proveniente del cabezal 42"-GN-40403-D0A1.

Sobre el barril mayor de la trampa de diablos, PL-GN-4002 se tiene la línea de venteo 3"-V-40402-D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gases; adicionalmente se tiene la línea de venteo 3"-V-40401- D0A1 que se conecta con la misma. Estas líneas tienen como propósito purgar el equipo PL-NG-4002 del gas natural entrampado posterior al lanzado del diablo sobre el ducto.

Aguas abajo de la trampa, sobre la línea 48"-GN-60500-E0A1 se tiene la Tee guiada BT-40404 para su conexión con la línea 48"-GN-60500-E0A1, posteriormente se tiene la Tee guiada BT-40404 para su conexión con la línea de venteo 16"-GN-40407-D0A1.El fin de la Tee guiada es poder dar libre paso al diablo sobre la tubería hacia el ducto.

Aguas abajo de la Tee guiada BT-40404, se instalará una junta dieléctrica monolítica, MDJ-40401, para proveer un aislamiento de la protección catódica del ducto hacia los componentes de la CS-4, y se realiza un cambio de especificación en la tubería 48"-GN-60500-E0A1 pasando a 48"-GN-60500-E0A2 aguas abajo de la junta monolítica.

A la salida de la Estación Santa Ana (CS-4), el gas natural será enviado hacia el gasoducto de 48 pulgadas de diámetro externo, 48"-GN-60500-E0A2, con dirección a la EMRyC Puerto Libertad.

J.6 Válvula de Seccionamiento en By-Pass de CS-4

La Estación de Compresión Santa Ana (CS-4) cuenta con el bypass 48”-GN-40405-D0A2, el cual será utilizado cuando no se requiera la utilización del Sistema de Compresión. El bypass estará interconectado aguas arriba de la válvula automática de paro por emergencia ESDV-40402, localizada en la línea proveniente de la Estación de Compresión Cumpas CS-3 48”-GN-40120-D0A1 y a la salida de la válvula automática de paro por emergencia ESDV-40401, localizada a la salida de la Estación Santa Ana CS-4.

La línea 48”-GN-40405-D0A2 cuenta con la válvula de seccionamiento MLV-10421, la cual direccionará el flujo de gas a través o fuera de la Estación de Compresión Santa Ana (CS-4); la válvula MLV-40421 cuenta con el bypass 16”-GN-40409-D0A1.

La válvula MLV-40421 cuenta con un transmisor indicador de Presión corriente abajo y corriente arriba de la misma válvula PIT-40421A y PIT-40421B, así como un transmisor indicador de temperatura TIT-40421

corriente debajo de la MLV-40421; las señales serán enviadas al sistema SCADA a través de la UTR y serán desplegadas en el PI-40421A, PI-40421B y TI-40421.

La válvula MLV-10421 cuenta con una línea de venteo acondicionado con tapa de apertura rápida tipo "davit" y una conexión rápida para el sistema de recuperación de venteos, corriente abajo y corriente arriba de la misma válvula MLV-10421.

La válvula MLV-10421 será equipada con un dispositivo de "linebreak" que cerrará el actuador cuando se detecte una caída de presión súbita, permitiendo el cierre en caso de fuga en el gasoducto.

La acción de cierre de la válvula MVL-10421 se podrá realizar de forma remota a través del sistema SCADA y de forma local a través de una botonera.

J.7 Paro de la estación de compresión

J.7.1 Paro normal por mantenimiento

La Estación de Compresión tendrá un paro programado para trabajos de inspección y mantenimiento. Tales paros normales serán de rutina, planeados y calendarizados considerando la disponibilidad de los equipos necesarios y utilizados durante el mantenimiento.

Los objetivos de un paro normal son:

1. Suspensión segura de operación.
2. Purgado de aquellas áreas de la estación donde son necesarios los trabajos de mantenimiento.

Para proceder al paro de la estación se debe de notificar a todas las unidades de proceso afectadas acerca del tiempo programado de paro.

J.7.2 Paro del suministro de gas natural

El paro del suministro de gas natural a los diferentes usuarios podría obedecer a las siguientes diferentes situaciones de emergencia:

- Gas natural fuera de especificación.
- Alta concentración de H_2S y azufre total (ST).
- Alta concentración de H_2O.
- Poder calorífico superior fuera de norma.
- Ruptura de línea.
- Corrosión externa.
- Daño por terceros (movimiento de terreno, excavaciones, construcción, fuego externo, accidentes carreteros).
- Derrumbe o deslave por causas naturales.
- Cierre en falso de alguna ESDV.

J.7.3 Gas natural fuera de especificación

Cuando se detecte que el gas natural recibido no se ajusta a los parámetros de calidad estipulados en la NOM-001-SECRE-3010, no existe la obligación de recibirlo; sin embargo, se puede llegar a un acuerdo entre las partes para no detener el suministro.

Por alta concentración de H2S, ST y/o por H2O en la recepción del gas natural (GN), el operador no recibirá el GN y se notificará de inmediato la suspensión de suministro de GN. El aumento de ácido sulfhídrico y/o de humedad podría causar una corrosión interna y la formación de hidratos de carbono a lo largo del ducto de transporte, generando un desgaste acelerado del ducto y limitaciones operacionales de presión.

En este caso, el operador podrá tomar la decisión de bloquear la línea regular, es decir, cerrar la válvula de corte de suministro de GN, ESDV-40101A si el problema proviene del gasoducto Samalayuca-Sásabe ("GSS") o mediante la ESDV-40402 si el problema proviene del gasoducto localizado posterior a la Estación de Compresión Cumpas CS-3. Se esperará a que el proveedor del GN modifique los parámetros de calidad del GN para iniciar nuevamente el transporte.

Secuencia cronológica en caso de que el GN esté fuera de especificación:

1. Los analizadores ubicados en la Estación de Compresión enviarán su alarma al SCP.
2. El SCP enviará la señal al centro de control.
    a) Principal de la estación de compresión.
3. ElloperadorenturnoenelCentrodeControlrecibiráunaalarmarelacionadaconlacalidaddeGN y avisará al técnico en el campo o de guardia.
4. El técnico llegará a la estación donde se haya generado la alarma y verificará si la alarma es real o falsa y avisará al operador en el Centro de Control el estatus actual o real.
5. El operador tomará la decisión de avisar a su supervisor.
6. El supervisor de la estación de compresión notificará si acepta el GN fuera de especificaciones o lo rechaza.
7. El supervisor tomará las acciones necesarias para cumplir con la decisión y/o los procedimientos internos relacionados con el manejo de GN fuera de especificaciones que podría ser:
    a) Cerrar la válvula en la entrada de la CS, ESDV-40101A, ESDV-40402 no aceptando el GN fuera de especificación.
    b) Dar un tiempo determinado aguas arriba para entregar GN dentro de especificación.
    c) Reportar el estatus y condiciones del GN.

J.8 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares en la estación de compresión Santa Ana **CS-4** son:

- Sistema de acondicionamiento de gas combustible a Turbinas.
- Sistema de venteo de gas.
- Sistema de recuperación de gas.

- Sistema de acondicionamiento de gas combustible a generador de energía.

J.8.1 Sistema de acondicionamiento de gas combustible (PK-FG-4001) a Turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-4001, el cual contara con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-4071A/1072A y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-4071A/1072A.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-4001 por la línea 3"-FG-40700-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-40701 y el transmisor indicador de presión PIT-40701. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-4071A/4072A uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-40701/40702, enviando una señal para lectura remota, PDI-40701/40702, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-40701/2, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-40701/2, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-40701A/2A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-40701-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-4071A/2A, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 4001, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-40701E/F y TIT-40702E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-40701A/2B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-40701/3, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-40702/4, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG-40702- D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV- 40703, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-40700- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-40702-D0A1 se localizará el PIT-40702, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, la

línea de salida contará con la válvula SDV-40702 y la válvula BDV-40701A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-4001.

J.8.2 Sistema de acondicionamiento de gas combustible (PK-FG-4002) a turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-4002, el cual contara con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-4071/4072B y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-4071B1/4072B.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-4002 por la línea 3"-FG-40720-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-40711 y el transmisor indicador de presión PIT-40711. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-4071/4072B uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-40711/40712, enviando una señal para lectura remota, PDI-40711/40712, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-40711/40712, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-40711/40712, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-40711A/40712A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-40720-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-4071/4072B, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 4002, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-40711E/F y TIT-40712E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-40711/40712B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-40711/40713, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-40712/40714, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 40722-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-40713, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-40720- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-40722-D0A1 se localizará el PIT-40712, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-40712, la línea de salida contará con la válvula SDV-40712 y la válvula BDV-40711A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-4002.

J.8.3 Sistema de acondicionamiento de gas combustible (PK-FG-4003) a turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-4003, el cual contara con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-4071/4072C y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-4071C/4072C.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-4003 por la línea 3"-FG-40740-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-40721 y el transmisor indicador de presión PIT-40721. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-4071C/4072C uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-40721/40722, enviando una señal para lectura remota, PDI-40721/40722, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-40721/40722, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-40721/40722, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-40721A1/40722A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-40741-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-4071C/40712C, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 4003, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-40721E/F y TIT-40722E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-40721B/40722B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-40721/40723, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-40722/10724, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 40742-D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-40723, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-40740- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-40742-D0A1 se localizará el PIT-40722, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-40722, la línea de salida contará con la válvula SDV-40722 y la válvula BDV-40721A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-4003.

J.8.4 Sistema de acondicionamiento de gas combustible (PK-FG-4004) a turbina

Los equipos asociados al sistema de acondicionamiento de gas combustible de la estación de compresión son los siguientes:

Un (1) paquete de acondicionamiento de gas combustible PK-FG-4004, el cual contara con los siguientes equipos:

- Dos (2) filtros separadores FS-FG-4071/4072D y
- Dos (2) calentadores eléctricos HE-FG-4071D/4072D.

El gas combustible entrará para su acondicionamiento al paquete PK-FG-4004 por la línea 3"-FG-40760-D0A1, sobre la cual se contará con la válvula SDV-40731 y el transmisor indicador de presión PIT-40731. Este transmisor estará configurado con alarmas por alta-alta presión, alta presión y baja presión, las cuales serán monitoreadas en el SPE.

Posteriormente el gas entrará a los filtros FS-FG-4071D/4072D uno operando y otro en espera. En estos filtros se monitoreará la presión diferencial mediante los transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-40731/40732, enviando una señal para lectura remota, PDI-40731/40732, en el tablero de control del SCP; así mismo, en los transmisores se configurarán alarmas por alta-alta presión diferencial y alta presión diferencial. De igual forma, se contará con un transmisor indicador de nivel, LIT-40731/40732, los cuales enviarán una señal al SCP, LI-40731/40732, y estarán configurados con alarmas de alto-alto, alto nivel y bajo nivel. En los filtros se localizarán las válvulas de seguridad PSV-40731A/40732A, las cuales desfogarán al cabezal de recolección 3"-V-40761-A0A1 para ventear a la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig).

En la siguiente sección, el gas combustible ingresará a los calentadores de gas HE-FG-4071D/4072D, uno en operación y otro en espera, los cuales aumentarán la temperatura del fluido de tal manera que la temperatura de salida del gas en el paquete no sea mayor a 93°C (199 °F). Estos calentadores contarán con un tablero de control para monitorear la temperatura demandada por el paquete de la turbina PK-TG- 4004, para ello se contará con un transmisor indicador de temperatura, TIT-40731E/F y TIT-40732E/F, con configuración de alarmas por alta-alta temperatura, alta temperatura, baja temperatura y baja-baja temperatura. Ambos calentadores por paquete contarán con válvulas de seguridad, PSV-10731B/10732B, las cuales estarán calibradas a 9928 kPag (1440 psig), para proteger el calentador de gas.

Posteriormente el gas combustible será enviado por un cabezal común hacia el sistema de regulación de presión en arreglo 1+1 (un tren en operación y un tren en relevo). En cada tren se contará con válvulas de control de presión en modo "trabajo", PCV-40731/40733, con punto de ajuste de 3503 kPag (508 psig), y válvulas de control de presión en modo "monitor" PCV-40732/40734, con punto de ajuste de 3606 kPag (523 psig). El gas calentado se enviará del paquete de acondicionamiento de gas hacia la línea 3"-FG- 40762-

D0A1. Aguas arriba del límite batería de salida del paquete, se colocará una válvula de seguridad, PSV-40733, la cual se calibrará a 4744 kPag (688 psig) para el escenario en el que no se haya podido regular la presión con las válvulas PCV. El gas desfogado se enviará hacia la atmósfera a lugar seguro.

De las líneas de las PSV se bifurca una línea que se conecta a un cabezal en común, con el fin de recuperar el gas entrampado posterior a un paro del sistema, este gas se manda a la línea 3"-V-40760- D0A1 con dirección al sistema de recuperación de gas.

Sobre la línea 3"-FG-40762-D0A1 se localizará el PIT-40732, el cual enviará la señal de presión a la salida del paquete de acondicionamiento de gas combustible al SPE, con alarmas por alta-alta presión, alta presión, baja presión y baja-baja presión.

Aguas abajo del PIT-40732, la línea de salida contará con la válvula SDV-41232 y la válvula BDV-40731A, los cuales se activarán desde el SPE ante un evento inseguro o de emergencia. Finalmente, el gas combustible se enviará hacia el paquete de las turbinas PK-FG-4004.

J.8.5 Sistema de venteo de gas

El sistema de venteo general estará integrado por dos cabezales, uno de alta presión 16"-V-40501-B0A1 y uno de baja presión 16"-V-40502-A0A1, los cuales concurren en la columna de venteo VC-V-4001.

Sobre el cabezal de baja presión 16"-V-40502-A0A1 se encuentra el orificio de restricción RO-40501 y sobre el cabezal de alta presión 16"-V-40501-B0A1 se encuentra el orificio de restricción RO-40502. El uso de placas de restricción "RO", permite un correcto funcionamiento del sistema de venteo al controlar la presión de operación.

La columna de venteo VC-V-4001 opera a presión atmosférica.

J.8.6 Sistema de recuperación de gas

Al sistema de recuperación de gas llegan los venteos por mantenimiento o algún paro programado de las siguientes:

Todos estos venteos llegan al cabezal 4"-V-40520-D0A1 que descarga al recipiente R-V-40921. En el cabezal 4"-V-40520-D0A1 se contará con un transmisor indicador de presión PIT-40521, con indicación de presión en el SCP, PI-40521, en el cual se configurarán una alarma por baja presión en el SCP. Así mismo, sobre este cabezal se instalará un transmisor indicador de flujo, FIT-40521, tipo multivariable y un termopar TE-40521, para hacer el ajuste por temperatura en la medición de flujo. En el SCP se tendrá una indicación de flujo, FI-40521.

El tanque booster tipo knock-out R-V-40921 contará con un vidrio de nivel, LG-40521, un indicador de presión, PG-40521, y un indicador de temperatura TW/TG-40521. Así mismo, se instalará una válvula de seguridad PSV-40521, la cual desfogará hacia la atmósfera. El punto de ajuste será de 9928 kPag (1440 psig). En el fondo del tanque se recolectarán los condensados que se separan a través del demister, para posteriormente disponer de los condensados a través de la línea 2"-CD-40520-D0A1 donde se tendrá una placa de restricción RO-40521 la cual reducirá la presión, para que el fluido se pueda conducir hasta el recipiente de condensados.

A la salida del recipiente R-V-40921 se podrá enviar el gas hacia el sistema de recuperación de gas venteos PK-V-4001 por medio de la línea 4"-NG-40520-D0A1 o hacia el sistema de acondicionamiento de gas combustible para generadores eléctricos PK-FG-4005 mediante la línea 1 1/2"-FG-40520-D0A1.

El proveedor del sistema de recuperación de gas venteos PK-V-4001 deberá entregar la filosofía de operación del paquete. Este paquete tiene la función de reinyectar el gas natural a través de un motocompresor hacia la

línea 42”-GN-40403-D0A1. Así mismo, el paquete PK-V-4001 contará con la línea de bypass 3"-GN-40521-D0A1 con válvula manual tipo bola y válvula check, la cual se utilizará cuando la presión sea suficiente para la reinyección del gas sin requerir la operación del PK-V-4001.

Tabla II.42. Documentos de referencia de proceso de la estación CS4.

Nombre	Clave del plano	Anexo
Diagarma de Flujo de Proceso Estación CS4	SM-400-WOR-PR-PFD-00001-S_00-signed.pdf	**Anexo II.18.** Diagramas CS4
DTI Filtros Separadores CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00001-01-S_00-signed.pdf	
DTI Filtros Separadores CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00001-02-S_00-signed.pdf	
DTI Filtros Separadores CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00001-03-S_00-signed.pdf	
DTI Filtros Separadores CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00001-04-S_00-signed.pdf	
DTI Estación de medición CARSO	SM-400-WOR-PR-PID-00002-01-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00003-01-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00003-02-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00003-03-S_00-signed.pdf	
DTI Compresión y Enfriamiento CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00003-04-S_00-signed.pdf	
DTI Trampa de diablos de envio y recibo de GN CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00004-01-S_00-signed.pdf	
DTI Trampa de diablos de envio y recibo de GN CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00004-02-S_00-signed.pdf	
DTI Sistema de recuperación de gas CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00005-01-S_00-signed.pdf	
DTI Sistema de recuperación de gas CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00005-02-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00007-01-S_00-signed D.pdf	
DTI Gas combustible CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00007-02-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00007-03-S_00-signed.pdf	
DTI Gas combustible CS4	SM-400-WOR-PR-PID-00007-04-S_00-signed.pdf	

K. Estación de Regulación, Medición y Control Puerto Libertad

A continuación, se indica la descripción del proceso de alimentación, filtración, medición y regulación de gas natural de la EMRyC Puerto Libertad, así como, todos los servicios auxiliares asociados a los equipos principales.

K.1 Alimentación a la Estación de Regulación, Medición y Control Puerto Libertad

La EMRyC se alimenta a través del gasoducto proveniente de la Estación de Compresión Santa Ana CS- 4, el cual suministrará un flujo máximo de 2834 MMSCFD con una presión de operación de 7208 kPag (1046 psig) y una temperatura normal de 35 °C (95 °F). La línea que alimenta a la EMRyC Puerto Libertad es la 48"-GN-60500-E0A2, esta línea contará con una junta aislante monoblock MDJ-50501 para evitar la transición de corriente alterna.

Aguas abajo de la junta MDJ-50501 se localiza la Trampa de Recibo de Diablos, PR-GN-5001, para la limpieza e inspección del ducto. La trampa incluirá una válvula de bloqueo de 48" operada con motor eléctrico (XV-50505), un sensor local de paso de diablos, XS-50502; además de indicadores locales de presión tanto en la cubeta de la trampa, PG-50504, como en la línea de recibo, PG-50503.

El gas de pateo para el lanzamiento del diablo se obtiene de la línea 16"-GN-50502-D0A1, proveniente del cabezal 42"-GN-50500-D0A1.

Sobre el barril mayor de la trampa de diablos PR-GN-5001, se tiene la línea de venteo 3"-V-50503-D0A1 y 3"-V-50501-E0A1 que se envían a un lugar seguro. Estas líneas tienen como propósito purgar el equipo PR-GN-5001 del gas natural entrampado posterior al lanzado del diablo sobre el ducto.

Aguas arriba de la trampa, sobre la línea 48"-GN-60500-E0A1, se tiene la Tee guiada BT-50502 para su

conexión con la línea 48"-GN-60500-E0A1; posteriormente se tiene la Tee guiada BT-50501 para su conexión con la línea de venteo 16"-GN-50503-D0A1. El fin de la Tee guiada es poder dar libre paso al diablo sobre la tubería hacia el ducto.

Aguas abajo de la Tee Guiada BT-50502, se localiza la válvula automática de paro por emergencia ESDV-50504, esta válvula cierra el suministro de GN a la EMRyC cuando se requiera aislarla por problemas en el ducto o por mantenimiento.

La ESDV-50504 contará con una línea de by-pass, 4"-GN-50501-D0A y una válvula manual HV-50503. La válvula HV-50503, contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-50503, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula.

Previo a la ESDV-50504 se contará con un PIT-50502 para monitorear la presión desde el SCP, el cual tendrá configurado una alarma por alta presión, baja presión y alta-alta presión. También sobre la línea 42"-GN-50500-E0A1 se contará con un TIT-50502 para monitorear la temperatura desde el SCP, el cual tendrá configurada una alarma por alta alta temperatura.

Sobre la línea 42"-GN-50100-D0A1, se cuenta con el PIT-50504A, el PIT-50504B redundante y el PI- 50504; el PIT-50504A/B está configurado con alarma por alta presión al SPE y el PI-50504 está configurado con alarma por alta alta presión al SPE. El PI-50504 cuenta con una votación 1oo2, previo al cierre de la válvula ESDV-50504 .

Del cabezal de suministro, 42"-GN-50100-D0A1, se interconecta la línea de 6"-GN-50107-D0A1 para abastecer al paquete de gas combustible del generador.

La línea 6"-GN-50107-D0A1 cuenta con una válvula check seguida de una válvula manual HV-50102C.

K.2 Filtración

El gas natural ingresará a los filtros separadores tipo coalescedor en un arreglo 4+1 (FS-GN-5001/FS- GN-5002/ FS-GN-5003/FS-GN-5004/FS-GN-5005) por medio de las líneas 24"-GN-50101/50102/ 50121/50122/50141-D0A1, respectivamente.

La presión diferencial de cada uno de los filtros será monitoreada por transmisores indicadores de presión diferencial, los cuales a su vez mediante un panel local enviarán la señal a los indicadores de presión diferencial PDI-50101/50102/50111/50112/50121; estos indicadores tendrán la función de monitorear la saturación del equipo mediante la caída de presión. La máxima caída de presión permisible será de 68.9 kPa (10.0 psi).

Al presentarse una caída de presión igual o mayor a la máxima permisible se enviará una señal electrónica analógica de 4 – 20 mA con protocolo HART a través del SCP. Los PDI-50101/50102/50111/50112/50121 estarán configurados con alarmas por alta presión diferencial y muy alta presión diferencial. Estas alarmas serán desplegadas en el HMI y notificarán al operador que es necesario realizar mantenimiento al filtro en operación.

Los filtros tendrán instrumentación local para monitorear las variables de presión y temperatura, TG-50101/50102/50104/50105/50106 y PG-50101/50102/50103/50104/50105.

La línea de succión al filtro FS-GN-5001, 24"-GN-50101-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-50102A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-50103-D0A1, cuenta con una válvula XV-50103A.

La línea de succión al filtro FS-GN-5002, 24"-GN-50102-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-50102B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-50104-D0A1, cuenta con una válvula XV-50103B.

La línea de succión al filtro FS-GN-5003, 24"-GN-50121-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-50112A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-50123-D0A1, cuenta con una válvula XV-50113A.

La línea de succión al filtro FS-GN-5004, 24"-NG-50122-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-50122B; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-50124-D0A1, cuenta con una válvula XV-50113B.

La línea de succión al filtro FS-GN-5005, 24"-GN-50141-D0A1, cuenta con una válvula operada por motor eléctrico XV-50122A; mientras que la línea de descarga del mismo filtro, 24"-GN-50142-D0A1, cuenta con una válvula XV-50123A.

La principal función de estas válvulas es aislar de la operación o permitirles su operación a los filtros en el proceso, según sea el caso.

En el evento de que salga de operación el filtro principal FS-NG-5001/5002/5003/5004, se deberán abrir la XV-50122A/50123B y posterior a ello cerrar las válvulas de bloqueo del filtro que saldrá de operación.

El condensado que se recupere en cada uno de los filtros se canalizará a la pierna de nivel y será monitoreado por un indicador de nivel local LG-50101A/B, LG-50102A/B, LG-50111A/B, LG-50112A/B y LG-50121A/B, y un transmisor indicador de nivel LIT-50101A/B, LIT-50102A/B , LIT-5011A/B, LIT- 50112AB y LIT-50121A/B con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo-bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SCP por medio de un lazo de 4-30 mA HART, accionando las válvulas de nivel.

Así mismo se contará con transmisores indicadores de nivel redundantes LIT-50101C/D, LIT-50102C/D, LIT-50111C/D, LIT-50112A/B y LIT-50121C/D con alarmas por alto-alto nivel, alto nivel, bajo nivel y bajo- bajo nivel, que enviarán la señal de esta variable al SPE para tomar las medidas necesarias, para evitar el arrastre de condensados que pueda causar daños.

El condensado proveniente de los filtros FS-GN-5001/5002/5003/5004/5005 será enviado a través de la línea 2"-CD-50100/50101/50120/50121/50140-A0A1, en dónde aguas abajo se cuenta con un transmisor indicador de flujo (FIT-50101/50102/50103/50104/50105), el cual enviará una señal al SCP de alarma por alto-alto flujo y alto flujo. También se contará con una placa de orificio (RO- 50103/50104/50105/50106/50107), la cual reducirá la presión en el límite del equipo paquete de los filtros, para que el fluido circule hasta el cabezal que descarga al recipiente.

El condensado será enviado mediante el accionamiento de las válvulas de nivel automático tipo on/off, LV-50101/50102, LV-50103/50104, LV-50105/50106, LV-50107/50108 y LV-50109/50110. El accionamiento de apertura y cierre de estas válvulas será por acción eléctrica de 24 VCD, mediante las válvulas solenoide de tres vías, las cuales recibirán señal de los transmisores de nivel LIT-501011A/B, LIT-50102A/B, LIT-50111A/B, LIT-50112A/B y LIT-50121A/B. Las válvulas de control de nivel abrirán cuando se presente un nivel alto accionado por el comando configurado LSH-50101A/B, LSH-50102A/B y LSH-50111A/B, LSH-50112A/B y LSH-50121A/B cerrarán una vez que se detecte bajo nivel a través del mando configurado LSL-50101A/B, LSL-50102A/B, LSL-50111A/B, LSL-50112A/B y LSL-50121A/B.

Cuando falle el suministro de aire en el actuador de las válvulas de control de nivel, estas cerrarán completamente y su estatus se verificará desde el SCP. Las válvulas de nivel están equipadas con actuador neumático de pistón de acción doble y usarán como fuerza motriz la presión del aire de instrumentos. Para el mantenimiento de estas válvulas de control de nivel, existe un bypass con válvula de corte manual tipo bola de 2” pulgadas, en posición normalmente cerrada.

Para protección de una sobrepresión en los filtros, se contará con una válvula de seguridad por cada filtro, PSV-50101/50102/50103/50104/50105, con una presión de ajuste de 9928 kPag (1440 psig). Estas válvulas desfogarán a un sitio seguro hacia la atmósfera a través de las líneas 2"-V- 50106/50107/50126/50127/50143-A0A1.

El gas filtrado será enviado a través de las líneas 24"-GN-50103/50104/50123/50124/50142-D0A1 que se conectan con el cabezal común 42"-GN-50105-D0A1 el cual alimenta al patín de medición MS-GN-5001/2/3/4/5.

K.3 Regulación y Medición

El gas proveniente de los filtros separadores tipo coalescedor FS-GN-5001/2/3/4/5, contará con una etapa de regulación antes de la etapa de medición.

Patín de medición

El gas natural que proviene del cabezal 42"-GN-50105-D0A1 se envía hacia el cabezal común del patín de medición MS-GN-5001/2/3/4/5, 42”-GN-50250-D0A1.

El patín de medición de tipo ultrasónico MS-GN-5001/2/3/4/5contará con cinco brazos de medición, 20”- GN-50251/2/3/4/5-D0A1, en arreglo 4+1. La capacidad máxima de operación de cada brazo es 709 MMSCFD.

Cada brazo contará con un acondicionador de flujo a la entrada FX-50201A/B/C/D/E, un transmisor de flujo del tipo ultrasónico, FE/FT-50201A/B/C/D/E, un transmisor indicador de presión, PIT- 50201A/B/C/D/E, un

transmisor indicador de temperatura, TE/TIT-50201A/B/C/D/E, así como un indicador de presión, PG-50201A/B/C/D/E y un indicador de temperatura, TG-50201A/B/C/D/E.

Los transmisores de flujo, FE/FT-50201A/B/C/D/E, enviarán una señal de flujo hacia el FQI-50201.

Cada brazo de medición contará con válvulas manuales a la entrada, HV-50201A/B/C/D/E y válvulas de corte operadas con motor eléctrico a la salida,XV-50202A/B/C/D/E. Estas válvulas permitirán realizar las maniobras operativas para alinear el brazo en operación y dejar fuera el brazo en espera.

Continuando con el proceso, el gas natural se enviará por medio de la línea 42"-GN-50262-D0A1 a una unidad de análisis de calidad del gas, la cual consistirá en los siguientes elementos de análisis:

- Azufre total (ST) y H_2S, AIT-50201/50202.
- Humedad (H_2O), AIT-50202.
- Composición del gas (cromatógrafo de gases), AIT-50203.
- Oxígeno (O_2) , AIT-50204.

El cromatógrafo de gases será capaz de analizar la composición del gas natural de C1 a C9+, CO2, O2, poder calorífico y gravedad específica del flujo a través de columnas y detectores de conductividad térmica tipo termistor. El equipo deberá incluir todos los accesorios en acero inoxidable, tanques de gas de arrastre y cilindro de gas de calibración con regulador y conexiones. El tiempo de análisis del equipo será de 5 minutos o menos, con una repetibilidad de ± 0.5 BTU/1000 SCF.

El analizador de humedad será capaz de determinar cuantitativa y directamente la cantidad de humedad en el gas sin interferencias debido a la presencia de H2S, CO2 o NH3 en la corriente de gas, con una repetibilidad de 0.2 ppm en volumen o el 1% de la lectura (el mayor de ellos) con un flujo de muestreo de 750 ml/min a 15 psi. El equipo deberá incluir filtro de acondicionador de muestra, medidores y válvulas. El analizador deberá cumplir con el método de prueba establecido ASTM-D-5454-04 para celdas de tipo láser, usar tecnología de cristal de cuarzo o sensor de óxido de aluminio. La envolvente del analizador deberá ser a prueba de explosión NEMA 7 y en concordancia con la clasificación del área en la que se ubique.

La celda de muestra debe ser de acero inoxidable 316L pulido.

El analizador de humedad deberá contar con una salida de 4-30 mA para conexión hacia el computador de flujo y un puerto de comunicación Ethernet RJ45 para diagnóstico.

El analizador de H2O deberá contar con su probeta de toma de muestra, a definir en la ingeniería de detalle.

El SCADA recibirá señales del equipo analizador y tendrá alarmas configuradas por alta concentración de H2O, H2S, y azufre total. En caso de presentarse un alto contenido de C9+ o de alguno de los parámetros de calidad en la corriente de gas, según lo indicado en la NOM-001-SECRE-3010, se activará una alarma. El operador deberá decidir cuál será la acción por seguir en este evento. El computador de flujo FQI-50201 enviará las señales de estas variables al SCP y posteriormente al SCADA, en donde se tendrá indicación de cada una de ellas.

Inmediatamente después se tendrá el PIT-50202 y el TIT-50202, que enviarán señales de los parámetros medidos a través del FQI-50201al SCADA para verificar las condiciones de salida del patín de medición de flujo.

Patín de regulación

El gas natural que proviene del cabezal 42"-GN-50262-D0A1 se envía hacia el cabezal común del patín de regulación RS-GN-5001/2, 42”-GN-50263-D0A1. El patín de regulación RS-GN-5001/5002 contará con dos brazos de regulación, 36"-GN-5026450265/-D0A1,y tendrá un arreglo 1+1, es decir, un brazo en operación y uno de relevo. La capacidad máxima de operación de cada brazo es de 2834 MMSCFD.

Cada brazo de regulación de flujo contará con válvulas de corte automáticas operadas con motor eléctrico a la entrada y a la salida , XV-50211A/B y XV-50212A/B. Estas válvulas permitirán realizar las maniobras operativas para alinear el brazo en operación y dejar fuera el brazo en espera.

Cada brazo contará con una válvula reguladora de flujo FCV-50211A/B que permitirá regular el flujo entregado, y así como un indicador de presión PG-50212A/B.

A la salida del patín de regulación se cuenta con un cabezal común 42”-GN-50269-D0A1 que se interconecta con el Punto de Entrega en la Planta de Licuefación de Gas Natural (NGL) ubicada en Puerto Libertad por medio de la línea 42”-GN-50270-D0A1.

En la línea 42”-GN-50270-D0A1 se tiene el PIT-50212 y el TIT-50212, que envían señales de los parámetros medidos al SCP para verificar las condiciones en el punto de entrega. Estos instrumentos tienen configuradas alarmas por alta alta temperatura, baja presión, alta presión y alta alta presión. Posteriormente, se localiza la válvula automática de paro por emergencia ESDV-50201. Esta válvula contará con una línea de by-pass, 4"-GN-50271-D0A1, y la válvula manual HV-50201A. La válvula manual de carga HV-50201A contará con un transmisor de presión diferencial PDIT-10108, el cual medirá la diferencia de presión de ambos lados de la válvula. Aguas abajo de la ESDV-50201, se instalará una junta dieléctrica monolítica, MDJ-50201, para proveer un aislamiento de la protección catódica del ducto hacia los componentes de la EMRyC.

A la salida de la **EMRyC**, el gas natural será enviado hacia el Punto de Entrega Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad.

K.4 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares en la E**MRyC** son:

- Sistema de Acondicionamiento de Gas Combustible a Generador de Energía.
- Sistema de Drenaje de Condensados.

Tabla II.43. Documentos de referencia de proceso de la EMRyC Puerto Libertad.

Nombre	Clave del plano	Anexo
Diagarma de Flujo de Proceso EMRyC Puerto Libertad	SM-500-WOR-PR-PFD-00001-S_00-signed.pdf	**Anexo II.19.** Diagramas EMRyC
DTI Filtros Separadores EMRyC Puerto Libertad	SM-500-WOR-PR-PID-00001-01-S_00-signed.pdf	
DTI Filtros Separadores EMRyC Puerto Libertad	SM-500-WOR-PR-PID-00001-02-S_00-signed.pdf	
DTI Filtros Separadores EMRyC Puerto Libertad	SM-500-WOR-PR-PID-00001-03-S_00-signed.pdf	
DTI Estación de medición EMRyC Puerto Libertad	SM-500-WOR-PR-PID-00002-S_00-signed.pdf	

Nombre	Clave del plano	Anexo
DTI Trampa de diablos de envio y recibo de GN EMRyC Puerto Libertad	SM-500-WOR-PR-PID-00004-S_00-signed.pdf	

II.4.3 Mantenimiento del Sistema de Transporte de Gas Natural

A continuación se prersenta el programa dpreliminar de operación y mantenimieto

Tabla II.44. Programa preliminar de operación y mantenimiento para gasoducto, CS-1 a CS4, EMRyC y MLV’s

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1 OPERACIÓN DEL SISTEMA																
OPERACIÓN Y SUPERVISIÓN DE CONDICIONES OPERATIVAS DEL SISTEMA			Permanente	P												
				E												
OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL GAS NATURAL			Permanente	P												
				E												
2 GASODUCTO Y RAMALES																
2.1 MANTENIMIENTO - GASODUCTO DE FRONTERA A PUERTO LIBERTAD																
CORRIDA DE DIABLO INSTRUMENTADO GASODUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	TRAMO 1 - FRONTERA A CS1	119 KM	10 años **(Nota1)**	P												
				E												
	TRAMO 2 - CS1 A CS2	161 KM	10 años **(Nota1)**	P												
				E												
	TRAMO 3 - CS2 A CS3	193 KM	10 años **(Nota1)**	P												
				E												
	TRAMO 4 - CS3 A CS4	159 KM	10 años **(Nota1)**	P												
				E												
	TRAMO 5 - CS4 A EMRyC PUERTO LIBERTAD	168 KM	10 años **(Nota1)**	P												
				E												
MONITOREO Y DETECCIÓN DE EMISIONES FUGITIVAS	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	CLASE DE LOCALIZACION 1 Y 2 TRAMO 1	ANUAL	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
		CLASE DE LOCALIZACION 1 Y 2 TRAMO 2		P												
				E												
		CLASE DE LOCALIZACION 1 Y 2 TRAMO 3		P												
				E												
		CLASE DE LOCALIZACION 1 Y 2 TRAMO 4		P												
				E												
		CLASE DE LOCALIZACION 1 Y 2 TRAMO 5		P												
				E												
	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	CLASE DE LOCALIZACION 3, 4 Y 5 TODOS LOS TRAMOS	Trimestral	P												
				E												
AISLAMIENTOS ELÉCTRICOS	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	PUNTOS DE AISLAMIENTO	Bimestral	P												
				E												
INSPECCIÓN DE ESPESORES	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	PUNTOS SUPERFICIALES DEFINIDOS	Anual	P												
				E												
INSPECCION DEL RECUBRIMIENTO DIELÉCTRICO	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	TUBERIA SUPERFICIAL	Semestral	P												
				E												

2.2 TRAMPAS DE ENVIO/RECIBO DE DIABLOS

TRAMPA DE ENVIO/RECIBO	VÁLVULAS ESFERA Y ACTUADOR PASO REGULAR	48"	Semestral	P												
				E												
	VÁLVULA ESFERA DE BLOQUEO	48"	Semestral	P												
				E												
	VÁLVULAS ESFERA PATEO	16"	Semestral	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	VÁLVULAS ESFERA PARA VENTEO Y PURGA	VARIOS DIÁMETROS	Semestral	P												
				E												
	CUBETA DE ENVIO DE DIABLOS	48"-56"	Semestral	P												
				E												

2.3 SEGURIDAD

PATRULLAJE Y CONSERVACION DEL DERECHO DE VÍA	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	800 KM	Quincenal	P												
				E												
SEÑALIZACION DE DERECHO DE VÍA Y CRUCES ESPECIALES	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	800 KM	Mensual	P												
				E												
DICTAMEN ANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EMITIDO POR UNA UV ACREDITADA	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	800 KM	Anual	P												
				E												
AUDITORIA QUINQUENAL DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE INTEGRIDAD DE DUCTOS CONFORME A NOM-009-ASEA-2017	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	800 KM	QUINQUENAL	P												
				E												
ACTUALIZACION DEL PROGRAMA DE PREVENCION DE ACCIDENTES Y SIMULACRO EN DUCTO	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	800 KM	Anual	P												
				E												

3 ESTACIONES DE COMPRESIÓN CS1, CS2, CS3 Y CS4.

3.1 MANTENIMIENTO - PAQUETES DE TURBOCOMPRESORES

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Revisar los indicadores del equipo y	Trimestral **(Nota 2)**	P												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
		funcionamiento de la unidad.		E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspeccionar visualmente las conexiones eléctricas de la consola de control.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Almacenar todas las lecturas de los instrumentos y el panel de control.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Revisar sistema de admisión de aire.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Comprobar la presión de suministro	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Comprobar el funcionamiento del secador de aire.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Registrar la presión de combustible y ajustar regulación.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Compruebe los detectores de incendios para limpieza y sensibilidad.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Revisar la rejilla del enfriador de aceite.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION		Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
		Inspeccionar visualmente fugas de combustible, aceite y aire.		E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Integridad mecánica de dispositivos de fijación de equipos criticos	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Verificar el estado de las baterias y el cargador.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Verificar los tanques de aceite lubricante y de aceite residual.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Tomar muestras de aceite lubricante para análisis de laboratorio.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Revisar el sello del sistema de aceite en el compresor.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■			■			■			■
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Probar y calibrar manómetros y termómetros	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Limpieza y ajuste de válvulas de gas	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspeccionar sistema de control de combustible.	Trimestral**(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION		Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
		Inspeccionar el sistema de entrada y salida de aire.		E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspeccionar el sistema de encendido	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Verificar la limpieza del aceite de enfriamiento	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspeccionar las bombas de aceite lubricante y residual	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspeccionar el ignitor de encendido y su bujía.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspeccionar el termocople	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspeccionar todos los elementos filtrantes.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspeccionar todos los instrumentos de alerta y de apagado.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Encender turbina y registrar el tiempo de aceleracion.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Realizar inspección de vibraciones.	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
				E												
MANTENIMIENTO SEMESTRAL	SISTEMA DE GAS COMBUSTIBLE	Inspeccionar patines de medición y regulación	Trimestral **(Nota 2)**	P			■						■			
				E												
MANTENIMIENTO ANUAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspección interna del Drive	Trimestral **(Nota 2)**	P									■			
				E												
MANTENIMIENTO ANUAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspección del sistema de arranque	Trimestral **(Nota 2)**	P									■			
				E												
MANTENIMIENTO ANUAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspección de la válvulas de purga.	Trimestral **(Nota 2)**	P									■			
				E												
MANTENIMIENTO ANUAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspección de los tubos de lubricación	Trimestral **(Nota 2)**	P									■			
				E												
MANTENIMIENTO ANUAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspección del compensador y medir resistencia.	Anual **(Nota 2)**	P									■			
				E												
MANTENIMIENTO ANUAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspección visual de columna de venteo.	Anual **(Nota 2)**	P									■			
				E												
MANTENIMIENTO ANUAL	PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	Inspección de la alineación entre la turbina y el compresor.	Anual **(Nota 2)**	P									■			
				E												
MANTENIMIENTO MAYOR (OVERHAUL)	ESTACION DE COMPRESION	VARIOS PAQUETES DE TURBOCOMPRESION	`@ 30,000 H DE OPERACIÓN	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
3.2 MANTENIMIENTO - FILTRACIÓN																
FILTROS SEPARADORES	ESTACIÓN	3	Semestral **(Nota 2)**	P												
				E												
TANQUE COLECTOR DE LÍQUIDOS	ESTACIÓN	1	Semestral**(Nota 2)**	P												
				E												
VÁLVULA ESFERA DE 36"	ESTACIÓN	6	Semestral **(Nota 2)**	P												
				E												
INDICADORES DE NIVEL	ESTACIÓN	VARIOS	Semestral **(Nota 2)**	P												
				E												
VÁLVULAS DE ESFERA	VÁLVULAS DE VENTEO, PURGA, BYPASS	VARIOS DIÁMETROS	Semestral **(Nota 2)**	P												
				E												
3.3 MANTENIMIENTO - AEROENFRIADORES																
SISTEMA ELÉCTRICO	MOTORES Y TABLEROS	VARIOS	Mensual **(Nota 2)**	P												
				E												
VENTILADORES	BAHIAS	VARIOS	Anual **(Nota 2)**	P												
				E												
VALVULAS	TUBERIA Y AEROENFRIADORES	VARIOS	Semestral **(Nota 2)**	P												
				E												
3.4 MANTENIMIENTO - CORROSIÓN																
AISLAMIENTOS ELÉCTRICOS	JUNTAS MONOBLOCK, JUEGO DE AISLANTES.	PUNTOS DE AISLAMIENTO	Bimestral (Nota 2)	P												
				E												
	ESTACIÓN	PUNTOS DEFINIDOS		P												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE ESPESORES			Annual (Nota 2)	E												
INSPECCION DEL RECUBRIMIENTO DIELÉCTRICO	ESTACIÓN	TUBERIA SUPERFICIAL	Semestral (Nota 2)	P												
				E												

3.5 MANTENIMIENTO - OBRAS CIVILES

LIMPIEZA Y REVISION DE SERVICIOS GENERALES	ESTACIÓN	-	Trimestral (Nota 2)	P												
				E												
LIMPIEZA Y REVISION DE CUARTOS DE CONTROL	ESTACIÓN	-	Trimestral (Nota 2)	P												
				E												
LIMPIEZA Y REVISION DE PLATAFORMAS Y SOPORTES	ESTACIÓN	-	Trimestral (Nota 2)	P												
				E												
FOSAS DE CAPTACIÓN Y DRENAJES	ESTACIÓN	-	Trimestral (Nota 2)	P												
				E												

3.6 MANTENIMIENTO - SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS

PAQUETE HIDRONEUMATICO	ESTACIÓN	1	Trimestral **(Nota 2)**	P												
				E												
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	ESTACIÓN	1	Trimestral **(Nota 2)**	P												
				E												
TANQUE HIDRONEUMATICO	ESTACIÓN	1	Trimestral **(Nota 2)**	P												
				E												
BOMBA DE PAQUETE HIDRONEUMATICO	ESTACIÓN	1	Trimestral **(Nota 2)**	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
3.7 MANTENIMIENTO - SISTEMA DE AIRE																
COMPRESOR DE AIRE	ESTACIÓN	1	Trimestral **(Nota 2)**	P												
				E												
TANQUE ACUMULADOR DE AIRE DE INSTRUMENTOS	ESTACIÓN	1	Trimestral **(Nota 2)**	P												
				E												
TANQUE ACUMULADOR DE AIRE DE PLANTA	ESTACIÓN	1	Trimestral **(Nota 2)**	P												
				E												
PAQUETE DE SECADORA DE AIRE	ESTACIÓN	1	Trimestral **(Nota 2)**	P												
				E												
3.8 MANTENIMIENTO - CROMATOGRAFIA																
CROMATÓGRAFO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2O	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2S	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE AZUFRE TOTAL	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
UNIDAD TERMINAL REMOTA	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ALARMA INTRUSIÓN	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
PANEL CONTROL ALARMAS	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Anual	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TRANSMISOR TEMPERATURA	ESTACIÓN	1	Mensual	P												
				E												
TRANSMISOR DE PRESIÓN	ESTACIÓN	1	Mensual	P												
				E												
AIRE ACONDICIONADO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Trimestral	P												
				E												

3.9 MANTENIMIENTO - VÁLVULAS

VÁLVULAS DE CONTROL ESDV Y DE BYPASS	ESTACIÓN	VARIAS	Semestral	P												
				E												

3.10 SEGURIDAD

INSPECCIÓN DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE (HSE)	ESTACIÓN	-	Anual	P												
				E												
DISPOSITIVOS DE RELEVO DE PRESION	ESTACIÓN	-	Anual	P												
				E												
DISPOSITIVOS DE PARO POR EMERGENCIA	ESTACIÓN	-	Anual	P												
				E												
INSPECCIÓN DE EXTINTORES Y CARRETILLAS	ESTACIÓN	-	Mensual	P												
				E												
ACTUALIZACION DEL PROGRAMA DE PREVENCION DE ACCIDENTES Y SIMULACRO EN ESTACIÓN DE COMPRESIÓN	ESTACIÓN	-	Anual	P												
				E												
MONITOREO Y DETECCIÓN DE EMISIONES FUGITIVAS	ESTACIÓN	-	Trimestral	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
4 SISTEMA DE PROTECCIÓN CATODICA																
4.1 MANTENIMIENTO - CORROSIÓN																
RECTIFICADORES	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	14	Bimestral	P												
				E												
TOMA DE POTENCIALES DUCTO / SUELO	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	800 KM	Bimestral	P												
				E												
CAMA DE ANODOS	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	14	Bimestral	P												
				E												
TERMOGENERADORES DEDICADOS	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	14	Bimestral	P												
				E												
4.2 SEGURIDAD																
INSPECCIÓN DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE (HSE)	TGSM DUCTO FRONTERA - PUERTO LIBERTAD	-	Anual	P												
				E												
5 VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO DE LÍNEA PRINCIPAL																
5.1 MANTENIMIENTO - VÁLVULAS																
VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO Y ACTUADOR MLV	VÁLVULAS DE 48" DEL GASODUCTO	27	Semestral	P												
				E												
VÁLVULAS DE BYPASS MLV	VÁLVULAS DE 16" DEL GASODUCTO	54	Semestral	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5.2 MANTENIMIENTO - CORROSIÓN																
AISLAMIENTOS ELÉCTRICOS	JUNTAS MONOBLOCK, LOTE DE AISLANTES.	PUNTOS DE AISLAMIENTO	Bimestral	P												
				E												
INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE ESPESORES	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	PUNTOS DEFINIDOS	Anual	P												
				E												
INSPECCION DEL RECUBRIMIENTO DIELÉCTRICO	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	TUBERIA SUPERFICIAL	Semestral	P												
				E												
5.3 MANTENIMIENTO - OBRAS CIVIL																
LIMPIEZA Y REVISION DE SERVICIOS GENERALES	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	14	Trimestral	P												
				E												
TRANSFORMADOR, TABLEROS DE DISTRIBUCION (CA/CD) EN VÁLVULAS	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	14	Semestral	P												
				E												
5.4 MANTENIMIENTO - AUTOMATIZACIÓN																
UNIDAD TERMINAL REMOTA	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	14	Trimestral	P												
				E												
COMUNICACIÓN	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	14	Trimestral	P												
				E												
RUTEADORES	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	14	Trimestral	P												
				E												
BATERIAS / INVERSOR	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	14	Semestral	P												
				E												
PAQUETE DE TERMOGENERADORES	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	14	Mensual	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5.5 SEGURIDAD																
INSPECCIÓN DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE (HSE)	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	14	Anual	P									P			
				E												
INSPECCIÓN DE EXTINTORES Y CARRETILLAS	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	-	Mensual	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
				E												
MONITOREO Y DETECCIÓN DE EMISIONES FUGITIVAS	ESTACIÓNES DE VÁLVULAS	14	Trimestral	P			P			P			P			P
				E												
6 ESTACIONES DE MEDICION, REGULACIÓN Y CONTROL (EMRyC)																
6.1 MANTENIMIENTO - FILTRACIÓN																
FILTROS SEPARADORES	ESTACIÓN	5	Semestral **(Nota 2)**	P				P						P		
				E												
TANQUE COLECTOR DE LÍQUIDOS	ESTACIÓN	1	Semestral **(Nota 2)**	P				P						P		
				E												
INDICADORES DE NIVEL	ESTACIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Semestral **(Nota 2)**	P				P						P		
				E												
VÁLVULAS DE ESFERA	VÁLVULAS DE VENTEO, PURGA, BYPASS	VARIOS DIÁMETROS	Semestral **(Nota 2)**	P				P						P		
				E												
6.2 MANTENIMIENTO - PATÍN EN KM 119 DE MEDICIÓN, REGULACIÓN Y CONTROL DE FLUJO PROVENIENTE DE LA FRONTERA																
CALIBRACIÓN MEDIDORES ULTRASONICOS	PATIN DE MEDICIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Trianual	P												
				E												
	PATIN DE REGULACIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Anual	P												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
REGULADORES DE PRESION Y FLUJO				E												
VÁLVULAS DE ESFERA	PATINES	VARIOS DIÁMETROS	Semestral	P												
				E												
ACTUADOR	PATIN DE MEDICIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Semestral	P												
				E												
CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISOR TEMPERATURA	PATINES	VARIOS	Mensual	P												
				E												
CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISOR DE PRESIÓN	PATINES	VARIOS	Mensual	P												
				E												
CROMATÓGRAFO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2O	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2S	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE AZUFRE TOTAL	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
COMPUTADOR DE FLUJO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ALARMA INTRUSIÓN	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
PANEL CONTROL ALARMAS	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Anual	P												
				E												
AIRE ACONDICIONADO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Trimestral	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
6.3 MANTENIMIENTO - VÁLVULAS																
VÁLVULAS ESFERA MANUALES DE 48"	ESTACIÓN	VARIOS	Semestral	P												
				E												
VÁLVULAS ESFERA XV DE 48"	ESTACIÓN	VARIOS	Semestral	P												
				E												
6.4 MANTENIMIENTO - OBRAS CIVILES																
LIMPIEZA Y REVISION DE SERVICIOS GENERALES	ESTACIÓN	-	Trimestral	P												
				E												
LIMPIEZA Y REVISION DE CUARTOS DE CONTROL	ESTACIÓN	-	Trimestral	P												
				E												
LIMPIEZA Y REVISION DE PLATAFORMAS Y SOPORTES	ESTACIÓN	-	Trimestral	P												
				E												
FOSAS DE CAPTACIÓN	ESTACIÓN	1	Trimestral	P												
				E												
6.5 MANTENIMIENTO - CORROSIÓN																
AISLAMIENTOS ELÉCTRICOS	JUNTAS MONOBLOCK, LOTE DE AISLANTES.	PUNTOS DE AISLAMIENTO	Bimestral	P												
				E												
INSPECCIÓN ULTRASÓNICA DE ESPESORES	ESTACIÓN	PUNTOS DEFINIDOS	Anual	P												
				E												
INSPECCION DEL RECUBRIMIENTO DIELÉCTRICO	ESTACIÓN	TUBERIA SUPERFICIAL	Semestral	P												
				E												

	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
						ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
6.6	**MANTENIMIENTO - ELECTRICO**																
	GENERADOR	ESTACIÓN	1	Trimestral	P												
					E												
	SISTEMA DE TIERRAS (POTENCIA, INSTRUMENTOS, EQUIPO)	ESTACIÓN	VARIOS	Trimestral	P												
					E												
	UPS Y BANCO DE BATERÍAS	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Trimestral	P												
					E												
6.7	**SEGURIDAD**																
	INSPECCIÓN DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE (HSE)	ESTACIÓN	-	Anual	P												
					E												
	DISPOSITIVOS DE RELEVO DE PRESION	ESTACIÓN	-	Anual	P												
					E												
	INSPECCIÓN DE EXTINTORES Y CARRETILLAS	ESTACIÓN	-	Mensual	P												
					E												
	MONITOREO Y DETECCIÓN DE EMISIONES FUGITIVAS	ESTACIÓN	-	Trimestral	P												
					E												
6.8	**MANTENIMIENTO - PATÍN EN KM 800 DE MEDICIÓN, REGULACIÓN Y CONTROL EMRyC PUERTO LIBERTAD**																
	CALIBRACIÓN MEDIDORES ULTRASONICOS	PATIN DE MEDICIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Trianual	P												
					E												
	REGULADORES DE PRESION Y FLUJO	PATIN DE REGULACIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Anual	P												
					E												
	VÁLVULAS DE ESFERA	PATINES	VARIOS DIÁMETROS	Semestral	P												
					E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ACTUADOR	PATIN DE MEDICIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Semestral	P												
				E												
CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISOR TEMPERATURA	PATINES	VARIOS	Mensual	P												
				E												
CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISOR DE PRESIÓN	PATINES	VARIOS	Mensual	P												
				E												
CROMATÓGRAFO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2O	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2S	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE AZUFRE TOTAL	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
COMPUTADOR DE FLUJO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ALARMA INTRUSIÓN	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
PANEL CONTROL ALARMAS	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Anual	P												
				E												
AIRE ACONDICIONADO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Trimestral	P												
				E												

6.9 MANTENIMIENTO - PATÍN EN KM 632 DE MEDICIÓN, REGULACIÓN Y CONTROL INTERCONEXION DUCTO Samalayuca-Sásabe ("GSS")

	PATIN DE MEDICIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Trianual	P														

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CALIBRACIÓN MEDIDORES ULTRASONICOS				E												
REGULADORES DE PRESION Y FLUJO	PATIN DE REGULACIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Anual	P												
				E												
VÁLVULAS DE ESFERA	PATINES	VARIOS DIÁMETROS	Semestral	P												
				E												
ACTUADOR	PATIN DE MEDICIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Semestral	P												
				E												
CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISOR TEMPERATURA	PATINES	VARIOS	Mensual	P												
				E												
CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISOR DE PRESIÓN	PATINES	VARIOS	Mensual	P												
				E												
CROMATÓGRAFO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2O	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2S	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ANALIZADOR DE AZUFRE TOTAL	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
COMPUTADOR DE FLUJO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
ALARMA INTRUSIÓN	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual	P												
				E												
PANEL CONTROL ALARMAS	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Anual	P												
				E												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
AIRE ACONDICIONADO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Trimestral	P												
				E												

6.1 MANTENIMIENTO - PATÍN DE MEDICIÓN, REGULACIÓN Y CONTROL INTERCONEXION DUCTO TARAHUMARA FERMACA

CALIBRACIÓN MEDIDORES ULTRASONICOS	PATIN DE MEDICIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Trianual (Nota 3)	P												
				E												
REGULADORES DE PRESION Y FLUJO	PATIN DE REGULACIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Anual (Nota 3)	P												
				E												
VÁLVULAS DE ESFERA	PATINES	VARIOS DIÁMETROS	Semestral (Nota 3)	P												
				E												
ACTUADOR	PATIN DE MEDICIÓN	VARIOS DIÁMETROS	Semestral (Nota 3)	P												
				E												
CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISOR TEMPERATURA	PATINES	VARIOS	Mensual (Nota 3)	P												
				E												
CALIBRACIÓN Y AJUSTE DE TRANSMISOR DE PRESIÓN	PATINES	VARIOS	Mensual (Nota 3)	P												
				E												
CROMATÓGRAFO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual (Nota 3)	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2O	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual (Nota 3)	P												
				E												
ANALIZADOR DE H_2S	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual (Nota 3)	P												
				E												
ANALIZADOR DE AZUFRE TOTAL	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual (Nota 3)	P												
				E												
COMPUTADOR DE FLUJO		1		P												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	CUARTO DE INSTRUMENTOS		Mensual (Nota 3)	E												
ALARMA INTRUSIÓN	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Mensual (Nota 3)	P												
				E												
PANEL CONTROL ALARMAS	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Anual (Nota 3)	P												
				E												
AIRE ACONDICIONADO	CUARTO DE INSTRUMENTOS	1	Trimestral (Nota 3)	P												
				E												

7 SISTEMA DE CONTROL/SCADA/TELECOMUNICACIONES

7.1 MANTENIMIENTO - AUTOMATIZACIÓN

ESTACIÓNES DE TRABAJO	CCP/CCA	-	Semestral	P												
				E												
PROGRAMACIÓN DETECCIÓN FUGAS	CCP	-	Mensual	P												
				E												
SERVIDOR OPC DETECCIÓN FUGAS	CCP/CCA	1	Semestral	P												
				E												
SERVIDOR OPC SCADA PRINCIPAL	CCP/CCA	1	Semestral	P												
				E												
SERVIDOR OPC SCADA SECUNDARIO	CCP	1	Semestral	P												
				E												
SERVIDOR COMUNICACIONES	CCP/CCA	1	Semestral	P												
				E												
SISTEMA TELEFÓNICO IP	CCP/CCA	1	Semestral	P												
				E												
UTRs	EC	-	Trimestral	P												

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	TAMAÑO/CANTIDAD	PERIODICIDAD		TRIMESTRE 1			TRIMESTRE 2			TRIMESTRE 3			TRIMESTRE 4		
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
				E												
SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (SCD) Y SISTEMAS DE SEGURIDAD (SPE, F&G)	CCP/CCA/EC/MLV´S/EM RyC	-	Trimestral	P												
				E												
COMUNICACIÓN	CCP/CCA/EC/MLV´S/EM RyC	-	Trimestral	P												
				E												
RUTEADORES	CCP/CCA	-	Trimestral	P												
				E												
UPS´s	CCP/CCA/EMRyC/EC	-	Mensual	P												
				E												

8 INTERCONEXIONES CON SISTEMA DE TRANSPORTE Samalayuca-Sásabe ("GSS") Y TARAHUMARA FERMACA

8,1 OPERACIÓN - MEDICIÓN

ATESTIGUAMIENTO DE ACTIVIDADES DE O&M, MEDICIÓN Y CONTROL	INTERCONEXION CON INSTALACIONES DEL OPERADOR DE GASODUCTOS Samalayuca - Sasabe Y TERAHUMARA	2	Mensual	P												
				E												

Nota 1: La primera inspección se realizará en el año 7 despues de la Fecha de Inicio de operaciones, posteriormente se realizará cada 10 años.

Nota 2: Para el primer año de operación solo las Estaciones de Compresión CS2 y CS4 estarán en operación, las CS1 y CS3 entrarán en operación en una segunda fase, uno o dos años despues.

Nota 3: Para el primer año de operación la EMRyC de la interconexión con el Gasoducto Tarahumara de Fermaca no estará en operación, sino hasta una segunda fase, uno o dos años después

II.4.4 Desmantelamiento y abandono de instaciones

A. Programa de Desmantelamiento, Cierre y Abandono

El presente **Programa de Desmantelamiento, Cierre y Abandono (PDCA)** es el instrumento de planeación de manera peeliminar de acuerdo con las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del SectorHidrocarburos, mediante el cual se definen las actividades que se pretendan llevar a cabo para el desmantelamiento y cierre de las actividades del **STGN**, mediante el cual se establezcan las estrategias para:

- Fijar la póliza de seguro vigente que ampare la responsabilidad civil de las actividades durante la etapa de Desmantelamiento y Cierre en cumplimiento a la normatividad establecida.
- Establecer la fecha de suspensión de actividades.
- El manejo integral de los residuos peligrosos.
- Describir las actividades de la etapa de desmantelamiento.
- Describir las actividades de la etapa de cierre.
- Programar las actividades de desmantelamiento y cierre de los gasoductos y las estructuras superficiales del **STGN**.
- Determinar los usos de suelo de conformidad a lo establecidos en la normatividad aplicable.
- Realizar el informe final del cierre de las actividades.

A.1 Objetivo

El presente **PDCA** del proyecto se desarrolla de manera preliminar para integrar las acciones tentativas del desmantelamiento y abandono de las instaciones superficiales del **STGN**, mediante el cual se establecen las medidas de rehabilitación, compensación, restauración y en su caso la remediación del sitio.

A.2 Garantía financiera

El **Promovente** contará con una póliza de seguro de cobertura amplia para daños ocasionados al medio ambiente en la etapa de operación y mantenimiento del **STGN**, que en su momento se ampliará su cobertura a la etapa de cierre y abandono, la finalidad del seguro es cubrir los costos asociados al **PDCA**, en el caso, de que no se realizarán las actividades de cierre, desmantelamiento y revegetación de las áreas ocupadas por el **STGN**.

A.3 Actividades de acondicionamiento y cierre temporal del STGN al terminar la etapa de construcción sujetas en el DDV a vigilancia y celaje

A.3.1 Abandono después de las tareas de construcción

Las tareas que se ejecutaran durante este periodo serán: desmovilización y limpieza en todo trayecto del gasoducto.

Las acciones para realizarse serán:

1. Retirar todos los equipos y residuos de las operaciones, de las estaciones y áreas donde se hubiera trabajado en el proyecto.

2. Remover toda instalación fija no recuperable que se halla construida, como escalones u otros.
3. Inventariar y evaluar cuidadosamente los daños ocasionados a la flora, determinando las áreas que requieren una reforestación controlada e inmediata y las áreas que por sus características de suelo y humedad tendrían una rápida regeneración natural.
4. Señalizar con carteles el nombre de **TGSM**, profundidad de entierro y número de teléfono para llamar en caso de emergencia cuando exista inconvenientes relacionadas con el gasoducto.
5. Cubrir con cal y luego con tierra toda excavación que se haya efectuado para fosas de desechos y fosas sépticas.
6. Colaborar con las autoridades en la denuncia de cualquier actividad de acceso a sendas y áreas desmontadas de las operaciones de cazadores furtivos y taladores forestales.
7. Implementar un sondeo de las propiedades de los suelos afectados por las actividades del proyecto para comprobar posibles alteraciones de sus características naturales y tomar acciones correctivas.
8. En caso de verificarse contaminación de suelos, se debe localizar y remover el material del sitio y reemplazarlo por tierra nueva preparada, para lo cual se deberá de seguir el siguiente procedimiento:

8.1. **Derrames o Fugas Accidentales de Residuos Peligrosos**

En caso de derrames accidentales, todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos son dispuestos en contenedores y enviados a confinamiento externo autorizado por la **ASEA**, para lo cual se deberá seguir el siguiente procedimiento:

El procedimiento para dar respuesta en caso de presentarse un derrame de residuos peligrosos busca minimizar la posibilidad de que ocurra, se describe en los procedimientos que deberán ser utilizados para afrontar de manera oportuna, adecuada y efectiva un derrame. Desde la fase de generación hasta la disposición final del residuo.

8.1.1. **Objetivo**

Proporcionar la organización, clasificación, instrucciones, ordenamiento e información necesaria para propiciar una respuesta oportuna y eficiente (rápida, coordinada y técnicamente adecuada) ante los diversos tipos de derrames que pudieran presentarse durante el manejo.

Derrame simple:

- No se esparce rápidamente.
- No es peligroso excepto por contacto directo.
- Involucra un solo envase de menos de 200 lts.

Se deberá asegurar el área:

- Alertar a toda persona cercana al área del derrame.
- Apagar toda fuente de ignición.
- Señalizar y acordonar (barreras, cintas rodeando la zona contaminada)
- Notificar incidente a las autoridades correspondientes y/o área de prevención de riesgos.
- El área del derrame debe aislarse.
- Se debe usar el adecuado equipo de protección personal (guante, lentes, etc.)

- Localizar el origen del derrame.
- Identificar la categoría del residuo (etiqueta del envase).

8.1.2. **Consultar la hoja de seguridad de la sustancia**.

- ✓ Identificación del producto.
- ✓ Composición.
- ✓ Datos de riesgo para la salud.
- ✓ Procedimiento de primeros auxilios.
- ✓ Normas a aplicar en caso de incendio.
- ✓ Medidas para fugas o derrames.
- ✓ Almacenaje y manipulación.
- ✓ Controles de exposición y protección personal.
- ✓ Propiedades físicas y químicas.
- ✓ Estabilidad y reactividad.
- ✓ Datos toxicológicos.
- ✓ Información ecológica.
- ✓ Consideraciones para la eliminación y el desecho.
- ✓ Información para el transporte.
- ✓ Información reglamentaria.
- ✓ Otra información Se necesita controlar el derrame para evitar esparcimiento el personal sólo podrá controlar un derrame si:
  - ♦ Si se usa equipo de protección personal (**EPP**) adecuados, debiendo estar capacitado en esta materia.
  - ♦ El personal deberá saber identificar entre los tipos de derrame que pueden ser manejador por ellos mismo y aquellos derrames que son clasificados como mayores.
  - ♦ Los derrames mayores implican la asistencia de ayuda externa.

8.1.3. **Recomendaciones generales**

El manejo de los materiales peligrosos debe hacerse con sumo cuidado y responsabilidad para evitar las emergencias causadas por el escape de dichas sustancias químicas que ocasionan los llamados derrames desde sus contenedores.

En caso de un evento de esa naturaleza:

- Al descubrir el hecho, de aviso a seguridad y recepción.
- Proporcione los siguientes datos:

  ¿Qué se derramó?

  ¿Qué cantidad se derramó?

  ¿En qué lugar exacto se llevó a cabo el incidente?

¿Cuál fue la falla?

¿Qué acciones se han llevado a cabo? ¿Hay fuego?

¿Puede llegar a las alcantarillas?

- Cuando se presente un derrame, que no sea controlable por el personal de la planta, es necesario solicitar ayuda externa de los Bomberos y si hay lesionados, a la Cruz Roja.
- Se debe mantener alejado del sitio a todo el personal que no intervenga en el control de la contingencia.
- Durante la maniobra directa, se debe usar la mascarilla de protección, así como guantes y chaquetas de hule u otro material resistente al solvente, en caso de una fuga mayor, se debe de usar equipo de aire autónomo.
- En caso de derrame, deténgalo si es posible, pero no permita que el líquido entre en contacto con la piel.
- Colocarse el equipo de protección personal en el momento que nota la contingencia.
- Prevenir una mayor disposición del derrame haciendo un muro de contención con material absorbente alrededor de la fuente del derrame.
- Todos los derrames deben neutralizarse con material no inflamable (arena, tierra etc.) la mezcla deberá de tener disposición legal.
- Lavar el área contaminada con agua, en abundancia.
- Siga las instrucciones que le proporcionen y contemple en todo momento la posibilidad de evacuar el área.
- De efectuarse la evacuación diríjase de inmediato a su zona de seguridad correspondiente.
- Al llegar a la zona de seguridad, repórtese de inmediato con su coordinador, espere instrucciones.
- No intente regresar al área afectada por ningún motivo.
- Al pasar la emergencia, su coordinador y/o supervisor, le dará instrucciones para regresar a su trabajo normal; reporte cualquier situación anormal de inmediato a su supervisor y/o coordinador, no se exponga.
- Recoger y disponer en bolsas, tibores de tapa abierta o caja cúbica todo el material absorbente contaminado por el derrame.
- Etiquetar e identificar el contenedor done se puso el material absorbente para su disposición final.
- Disponer como residuo peligroso con la empresa autorizada contratada.

8.1.4. **Adecuación de los residuos para su almacenamiento y traslado**

Las acciones que deberán realizarse para cumplir con los objetivos propuestos en este rubro se indican a continuación:

- Los residuos deberán estar almacenados por tipos, sin mezclarlos y de manera que los envases tengan la capacidad adecuada para su traslado y no signifiquen riesgo por el contacto con el residuo almacenado (reacciones químicas u otras).
- Deberán ser lo suficientemente estables para que, durante su traslado, sobre todo en el caso de residuos líquidos, no se produzca un vertido.
- Los residuos que vayan a ser trasladados a granel, podrán estar almacenados a granel en el espacio definido para ellos.
- Se debe utilizar desde un principio el envase con el cual se va a realizar el traslado de los residuos, para evitar manipulaciones innecesarias.
- Tanto en el transporte a granel como en el de envases, se debe hacer referencia a que son residuos peligrosos.
- En el caso del transporte de envases, éstos deberán ir perfectamente identificados mediante etiquetas.
- Las etiquetas deberán ser de un tamaño legible y contendrán al menos los siguientes datos:
  - Nombre y ubicación del sitio, identificación del residuo, códigos del residuo, fecha de envasado y de traslado, gestor final y pictogramas de peligrosidad.
  - Deberá atenderse el plazo máximo para el almacenamiento de residuos de acuerdo con la normatividad vigente, la cual es de seis meses (en algunos casos, se concede por parte de la autoridad competente una ampliación de este plazo).

8.1.5. **Documentos emitidos durante la gestión de residuos peligrosos**

a) Bitácora: Se registra en una bitácora la entrada y salida del almacén temporal de los residuos peligrosos

b) Manifiesto de entrega transporte y recepción de residuos peligrosos: Lo emite el generador, empleando un formato emitido por **ASEA** en el cual se registra información del generador, transportista y destinatario, así como de los residuos que se transportan

c) Documento de embarque: establece la información relativa a la designación oficial de transporte, identificación de las substancias, materiales y residuos peligrosos, los riesgos de éstos y las declaraciones que el expedidor realice para su transportación.

d) Hoja de emergencia en transportación: Contendrá la información relativa a los riesgos y peligrosidad del producto en tránsito así como las actividades a seguir en caso de una emergencia.

9. Igualmente, en caso de establecerse contaminación de aguas, se debe localizar y eliminar la fuente de contaminación. Una vez evaluado el daño y el alcance, se deberá efectuar el tratamiento del agua, hasta recuperar los niveles de composición química similares a los valores originales.
10. Se hará un escarificado mecánico del área ocupada por los campamentos. En lo posible, no se dejará el suelo descubierto por largos periodos de tiempo, iniciando las actividades de revegetación tan pronto como sea posible.

11. Nivelar el área para asegurar una restauración de acuerdo con el paisaje original. Las áreas consideradas críticas serán revegetadas con siembra de plantines, pudiendo aprovecharse el substrato orgánico o capa superficial, proveniente de la apertura de los caminos de acceso.
12. Monitorear las áreas a través del programa de vigilancia y celaje por el tiempo necesario y efectuar cualquier trabajo de reparación en caso de que se identifiquen problemas.
13. Finalizada la etapa de construcción del gasoducto, toda obra remanente que se considere útil para los habitantes de la región, serán donadas a las organizaciones locales que se hagan responsables de su mantenimiento.
14. Se propondrá a las comunidades originarias la reforestación de los tramos previamente identificados.
15. En áreas relativas a las estaciones de compresión, de regulación y medición, se realizará las siguientes acciones:
    - Se limpiará el área intervenida.
    - Se retirará todos los restos del material empleado en la construcción de las estaciones.
    - Se despejará materiales de soporte.
    - Se limpiará redes de drenaje que pudieran haber sido afectados.
    - Se limpiará desechos, combustibles, lubricantes y aceites.
    - Disponer de toda la basura, escombros y otros residuos de las actividades propias de la instalación de estaciones de compresión, regulación y medición.
    - Se inspeccionará las áreas del proyecto después de la etapa de abandono, para verificar que todos los desechos hayan sido retirados.
    - En caso de producirse derrame de combustibles, se limpiará el área con productos biodegradables.

A.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Una vez que se llegue a la vida útil del proyecto, y habiéndose agotado las posibilidades de periodos prorrogados para la concesión de transporte, se procederá con las actividades de suspensión definitiva del transporte de gas natural a los usuarios de manera segura, se indican de manera enunciativa pero no limitativa las siguientes actividades:

Retiro de gas al 100%

Todos los usuarios serán avisados previamente de la terminación del servicio de transporte y se programará el aislamiento de las interconexiones y derivación a cada uno de los usuarios, se aislará mediante las válvulas de entrega y se colocará obstrucción mecánica para evitar el flujo en ambos sentidos.

Una vez cubierto el procedimiento de notificación, cierre de alimentaciones, se irá agotando el gas remanente que se encuentra en los ductos, hasta terminar al 100% el material de empaque, efectuando dicho agotamiento por cada de las secciones.

La válvula de interconexión con el ducto de 48" de habrá sido cerrada y aislada para cancelar el suministro de gas a las estaciones de medición de gas del **STGN**.

Barrido e inertizado del ducto

Previo a las actividades del seccionado del ducto de transporte, se procederá con la excavación y descubrimiento de la tubería, el ducto será venteado en forma controlada para evitar la formación de mezclas explosivas.

Se considerará el uso de gas inerte, típicamente nitrógeno, para favorecer el barrido en forma segura. En todo momento de las actividades de barrido y venteo controlado, se estará checando los niveles de explosividad en la zona de trabajo.

Desmantelamiento de infraestructura (tubería, válvulas y equipos)

Una vez terminada la vida útil del proyecto**,** y ejecutadas las operaciones de cierre de válvulas de entrega, aislamiento de tuberías a usuarios y habiéndose inertizado el ducto, se procederá con el seccionado de la tubería.

Preferentemente los cortes se harán mecánicamente con métodos de corte en frío, tijeras hidráulicas, chorro de agua a ultra alta presión, antes del uso de sopletes. Las tuberías, válvulas y demás accesorios valorables, serán enviados a instalaciones para su incorporación a procesos productivos de fundición.

Relleno de las zanjas/excavaciones de ductos retirados

En la zanja después de retirar la tubería de 48" D.N., se colocará una cama de arena cernida de 0.10 m para después rellenar con material producto de la excavación.

Posteriormente, se continuará con relleno hasta dejar el espesor necesario para la posterior reposición de la carpeta vegetal, realizando una compactación al 95% de producto de la excavación.

En los casos donde la tubería cruza vialidades pavimentadas o con superficies de rodamiento de concreto, una vez retirada la tubería y rellenado con material de la excavación y material de relleno y compactado, se dará el acabado con las características existentes, ya sea el caso de carpeta asfáltica o concreto.

Los señalamientos, postes y registros de los ánodos de protección catódica, serán retirados y enviados en su caso a instalaciones de reciclaje, valorización o disposición final.

A.5 Desmantelamiento y abandono definitiva de las instalaciones del Sistema de Transporte de Gas natural

A.5.1 Limpieza, desmovilización y restauración, finalizada la vida útil del proyecto

Después de la vida útil del proyecto, las instalaciones serán desmanteladas y removidas. Se tendrán las siguientes actividades:

- Retiro de cercos o vallas de protección en áreas de control de válvulas.
- Retiro de carteles indicadores a lo largo del gasoducto.
- Retiro de losetas de hormigón en las estaciones de compresión, medición y de control.

A.6 Plan de Restauración

El programa contempla diferentes estrategias para aplicar un plan de restauración acorde con las condiciones originales de áreas criticas a lo largo del DDV, además de los sectores en donde se ubicaron las estaciones de compresión, medición y control.

Las técnicas necesarias para lograr la corrección de impactos provocados al medio ambiente, incluyen medidas especificas de adecuación, practicas administrativas y métodos de abandono, limpieza y restauración del área del proyecto. El plan que abarca todos los mecanismos, tomará en cuenta que el área se encuentra intervenida en la mayoría de sus tramos.

Los procesos del plan incluyen:

- Realizar la limpieza de toda el área del proyecto.
- Restituir la capa orgánica superficial del suelo.
- Limpiar adecuadamente los suelos con posibles contaminaciones de aceites y grasas.
- Nivelación y compactación de las vías de acceso.
- Realizar siembra de semilla en las áreas criticas
- Colocación de carteles indicadores.
- Aplicación del Programa de Revegetación en zonas sensibles después de las actividades del proyecto.

A.7 Plan de Revegetación

Se programarán las actividades concernientes a la reforestación de zonas críticas donde la vegetación no se restablezca en forma natural. Entre los factores y actividades a tomar en cuenta en las labores de plantación se tiene:

- Los productos generados del corte de la cobertura vegetal (troncos y ramas), serán fragmentados desde el inicio de la apertura. El material vegetal muerto se cortará en trozos para luego dispersarlo sobre la zona de corte. Esta práctica permitirá que no se tengan acumuladas ramas de vegetación, reduciendo el riesgo a incendios y además se favorece el establecimiento de vegetación nativa, evitando el pisoteo del ganado. Se promoverá de esta manera el establecimiento y crecimiento de vegetación autóctona.
- Se dará prioridad en primera instancia al uso de semillas arbóreas y arbustivas nativas para realizar siembra directa en las zonas mas sensibles donde ameriten una recuperación inmediata.
- Cuando se utilicen plántulas, se tendrá cuidado en mantener la humedad de las mismas mientras se trasladen del vivero al sitio de plantación. Esta es una fase crítica en la cadena del plan de revegetación.
- Evitar la siembra de plántulas durante la época seca. Las posibles excepciones incluyen:
    - Dispersión de semillas o siembra de plántulas pequeñas al final de la época seca para proporcionar protección contra la erosión al comienzo de la siguiente época de lluvias.
    - Sembrar plántulas al inicio de la época de lluvia.
    - En el plan de revegetación se incluye las siguientes actividades:
        - Identificación de especies y recolección de Semillas. El propósito de esta actividad es recoger muestras botánicas para su caracterización florística y recoger las semillas en su fase madura de las especies a producirse en los viveros forestales para luego hacer la reposición durante el proceso de revegetación.

          Establecimiento de viveros. Se tiene previsto la multiplicación de especies vegetales en viveros forestales a ubicarse en la Terminal GNL de Sonora en Puerto Libertad y en el estado de Chihuahua:

            - Que reúnen las condiciones mínimas de proximidades al área, cuenta con vías de comunicación y servicios básicos.
            - Estas poblaciones podrían proporcionar la mano de obra para implementar los viveros forestales y cubrir la demanda de plántulas, que se utilizarán en la

campaña de siembra. Otro factor a considerar es que las plántulas deben estar en condiciones óptimas al momento de ser transplantadas de manera que no sufran trastornos ocasionados por largos viajes o cambios bruscos en las condiciones climáticas al trasladarlas de una zona a otra.

- En primer instancia se utilizará de los viveros para investigar cuales son las plantas con la mayor posibilidad de sobrevivir, para luego proceder a su siembra en las áreas criticas elegidas para la restauración de hábitat.

- La selección de especies vegetales que, en función a sus características, podrían ser utilizadas para la revegetación – reforestación de áreas afectadas, combinando especies vegetales tanto superiores leñosas como arbustivas i.e. utilizar una leguminosa arbórea y hierba rastrera o arbustos endémicos de la zona y de intéres biológico.

A.8 Manejo y disposición final de sustancias o residuos peligrosos

Se levantará un inventario de los residuos de manejo especial y peligrosos que se hayan generado en las instalaciones superficiales y se procederá a su transferencia por empresas autorizadas por la **ASEA** para su disposición final, para lo cual se levanatrán las bitácoras correspondientes para tener su rastreabilidad y su soporte documental del manejo ambientalmente adecuado.

A.9 Monitoreo y seguimiento a las actividades específicas en el Programa de Desmantelamiento, Cierre y Abandono

A.9.1 Seguimiento a la revegetación

Las plantaciones y la reforestación de las tierras deterioradas y los proyectos sociales de siembra de árboles producen resultados positivos, por los bienes que se producen y por los servicios ambientales que prestan.

Para mejorar el éxito de la reforestación, algunas áreas pueden cubrirse con una capa de material cortado de aproximadamente 50 cm y sobre ella una capa de tierra vegetal de 30 cm de espesor.

El material cortado y la tierra vegetal para el recubrimiento, puede obtenerse de la capa superficial que se pretende obtener de la preparación del sitio de las diferentes obras, la cual se almacenará en un depósito especial.

- ❖ Reposición de las especies que no consiguieron sobrevivir en el período de siembra.
- ❖ No se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de agua superficiales y subterráneos.
- ❖ La superficie donde se reforestará debe ser cubierta con el suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales.
- ❖ Las especies vegetales que se utilicen para cubrir las áreas intervenidas deben ser originarias de la región, para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación.

A.9.2 Desarrollo del informe final del Programa de Desmantelamiento, Cierre y Abandono

Una vez presentado el **PDCA** y aprobado por la **ASEA** se notificará a la Unidad de Supervisión, Inspección y Vigilancia Industrial (**USIVI**) verifique el estatus de cierre y suspensión de las actividades de transporte de gas para integrar el informe final de abandono y presentarlo ante la **USIVI**.

II.4.5 Residuos

La cantidad de residuos a generar por el proyecto en las etapas de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de operación son los siguientes:

Tabla II.45. Cantidad de residuos a generar.

Descripción	Gasoducto Frontera -Puerto Libertad	CS1	CS2	CS3	CS4	EMRyC Puerto Libertda
Residuos peligrosos (kg/mes)	1800	1800	1300	1300	1300	1300
Residuos de manejo especial (kg/mes)	257	120	120	120	120	120
Residuos sólidos urbanos (kg/mes)	7613	3200	3200	3200	3200	3200

Los residuos que se generarán tanto en la preparación del sitio y construcción, así como en la operación del proyecto, se describen a continuación:

Tabla II.46. Tipos de residuos peligrosos a generar en las diferentes etapas del proyecto.

Descripción del residuo peligroso	Cantidad (ton/año)
Sólidos (estopas, filtros, plásticos) impregnados con Hidrocarburos	3
Lubricante contaminado	2
Aceite contaminado	3
Contenedores impregnados con solventes/pintura (latas, cubetas, aerosoles, envases, bidón, brocha, rodillo, madera)	2.5
Lámparas fluorescentes	0.3
Cintas de acetato de plomo	0.4
Pilas Alcalinas	0.15
Baterías a plomo ácido/litio	1.2
Material Pétreo impregnado con Hidrocarburo/Aceite (rocas, arcilla, arena).	1.2
Agua oleosa/aceitosa	12
Contenedores vacíos impregnados con hidrocarburos (envases, spray, latas, bidones, latas de grasas)	2.5
Sólidos Tóxicos (cartuchos, tóner)	0.5
Diésel sucio	2.8
Residuos Biológico-infecciosos No anatómicos	0.001
Residuos Biológico-infecciosos (Objetos punzocortantes)	0.001
Residuos sólidos metálicos (cablería, partes eléctricas)	0. 55

Manejo y disposición de los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto

Durante las actividades de preparación, instalación y operación del proyecto se generarán residuos sólidos (no peligrosos, de manejo especial, peligrosos) y aguas sanitarias:

- **Residuos sólidos**

Los residuos sólidos se clasifican en no peligrosos y peligrosos.

Residuos sólidos no peligrosos

Durante la instalación y durante las actividades de las etapas del proyecto, el manejo los residuos sólidos no peligrosos realmente producidos (tipo y cantidades) quedarán registrados en las correspondientes bitácoras.

Los residuos sólidos urbanos generados por el personal, tales como papel, metal, plástico y residuos orgánicos se colocarán en contenedores previamente ubicados en lugares designados para este fin dentro del área del proyecto. Una vez terminada la jornada laboral, se retirarán y se llevarán a los almacenes de residuos para disponerlos según sus procedimientos y normas.

Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que se tienen contemplados provienen de bolsas, estopas y trapos impregnados de hidrocarburos y/o aceites; y de envases plásticos y metálicos que contuvieron aceites de lubricación, diésel o gasolina utilizados por las herramientas, maquinaria o vehículos utilizados. Las características de cada uno se presentan a continuación:

Sólidos (estopas, filtros, plásticos), así como contenedores vacíos impregnados con Hidrocarburos: Los repientes por haber contenido sustancias que son consideradas peligrosas, son por lo tanto también clasificados como peligrosos por su toxicidad ambiental, ya que pueden provocar un desequilibrio ecológico.

Los filtros de aceite usados, en estado sólido, en cuyo interior hay capas de elementos porosos, por donde pasa el fluido lubricante (aceite) filtrando las partículas de suciedad que acompaña al mismo. Cuenta con una carcasa o tapa de protección, una válvula de retención, un medio filtrante, un tubo central. Lo que lo hace peligroso son los restos de aceite gastado que pudieran tener.

Los filtros de gasolina ayudan a evitar que las impurezas que pueda haber en el depósito de combustible lleguen al sistema de inyección o al motor atrapándolas en su interior. Por razones naturales, con el tiempo en los tanques de combustible se van depositando impurezas, sea que vengan en el mismo combustible, sea porque este se degrada o por la oxidación del propio tanque. Para sistemas inyectados se utilizan filtros metálicos para soportar la presión en la línea de alimentación, por lo que los residuos de estos filtros son considerados peligrosos; ya que tienen una toxicidad ambiental, ya que podrían provocar un desequilibrio ecológico, por las impurezas impregnadas, óxido del tanque, etc.

Las estopas, por ser material de fibras que están impregnadas de aceite, el cual es tóxico e inflamable, ya es considerado un material peligroso, altamente inflamable.

Aceite contaminado: Los aceites usados o gastados son sustancias en estado líquido oscuro, que se remueve del motor de un automóvil cuando se cambia el aceite. Están constituidos por hidrocarburos, que son destilados del petróleo crudo y de varios aditivos que incrementan su rendimiento, también contiene productos químicos formados cuando el aceite es expuesto a altas temperaturas y presión dentro del motor, además contiene metales de partes del motor y pequeñas cantidades de gasolinas y anticongelante. Evitar la exposición prolongada a fuentes de calor, electricidad, estática y flamas, ya que es inflamable, además de que en caso de combustión puede liberar óxidos de azufre y monóxido de carbono.

Baterías a plomo ácido/litio, y pilas alcalinas: Una batería o acumulador eléctrico es un dispositivo electroquímico que permite almacenar energía en forma química mediante el proceso de carga, y liberarla como energía eléctrica. Están formadas por un número de celdas compuestas de electrodos positivos y negativos, separadores y de electrolitos. El tipo de acumulador más usado es la batería de plomo ácido. En ella, los dos electrodos están hechos de plomo y el electrolito es una solución de agua destilada y ácido sulfúrico. Las baterías poseen dos componentes peligrosos: el electrolito ácido y el plomo. El primero es corrosivo y tiene alto contenido de plomo disuelto. El plomo y sus derivados son altamente tóxicos para la

salud humana. Cuando el plomo entra al medio ambiente no se degrada y puede permanecer adherido a partículas del suelo o de sedimento en el agua durante muchos años.

Diesel sucio: El diésel y la gasolina son subproductos del petróleo, altamente inflamables, regulados debido a su naturaleza de combustión, se evaporan rápidamente y forman mezclas explosivas con el aire. Estas sustancias deben almacenarse, transportarse y manipularse con cuidado para evitar el riesgo de exposición a las llamas y chispas. El diésel líquido es tóxico y cuando se derrama o escapa al aire libre, pone en peligro las especies de plantas y animales, particularmente de la vida acuática, que entran en contacto con el producto químico. La gasolina contiene Benceno. El Benceno es un agente carcinógeno conocido. Además, los derrames accidentales de combustibles representan un elevado potencial destructivo para el medio ambiente. se evapora rápidamente y forma mezclas explosivas con el aire.

Lámparas fluorescentes: Los tubos de lámparas fluorescentes contienen una pequeña cantidad de mercurio mezclado con argón en forma de vapor, el cual dirige el flujo de la corriente eléctrica dentro del tubo, cuando este se rompe, se liberan vapores de mercurio mezclados con argón, altamente tóxicos que afectan la salud humana y al ambiente.

Agua aceitosa: El agua en un fluido hidráulico agota algunos de sus aditivos y reacciona con algunos otros formando residuos corrosivos que atacan a algunos metales. La combinación de partículas de metal, que actúan como catalizadores, con agua y oxígeno a temperaturas relativamente altas, aceleran la oxidación del aceite y aumenta la conductividad eléctrica de este. Durante este complejo proceso de oxidación, la polimerización produce estructuras moleculares muy pegajosas, que normalmente denominamos "resinas", estás son muy resistentes y persisten en el ambiente.

Residuos Biológico-infecciosos No anatómicos: Los materiales de curación, empapados, saturados o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales; así como los materiales desechables que contengan material con alguna infección, y los recipientes y materiales desechables que contengan sangre.

Residuos Biológico-infecciosos (objetos punzocortantes): Son residuos punzocortantes los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas, tales como tubos capilares, navajas, lancetas, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en algún laboratorio, el cual se deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

Los residuos peligrosos generados serán almacenados de forma temporal, pero para su recolección y transporte de los residuos peligrosos se contratará a una empresa especializada y autorizada ante la **ASEA**. Esta deberá entregar los permisos vigentes, además de las autorizaciones del sitio de disposición final en donde se confinarán los residuos peligrosos.

Las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se realizarán adoptando las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por aceites, grasas, combustibles o similares, los residuos generados no deberán dispersarse o derramarse en el área de trabajo o fuera de ella; por lo que se efectuara su recolección y almacenamiento en recipientes cerrados que reúnan las condiciones de seguridad para que no existan fugas durante su manejo y disposición final.

Los residuos peligrosos serán enviados para su disposición final a través de un prestador de servicio autorizado, verificando que se obtenga el manifiesto de entrega, transporte y disposición de los residuos peligrosos. Todos los residuos generados durante las actividades serán clasificados, ordenados almacenados y dispuestos de acuerdo con las disposiciones vigentes en la materia.

II.4.6 Generación de gases de efecto invernadero

Se presenta el listado de maquinaria y equipo para cada una de las obras y actividades y la estimación de las emisiones de gases de combustión estimadas por cada uno de la maquinaria y equipo utilizado, para lo cual se utilizaron los factores de emisión del AP42.

Tabla II.47. Estimación de las emisiones de gases contaminnates generados por la maquinaria y equipo.

Fotografía	Equipo y maquinaria	Cantidad	Etapa del proyecto	Horas de trabajo diario	Tipo de combustible	Horas de trabajo al año	Estimación de las Emisiones de gases de contaminnates			
							CO (Kg/mes)	HC (Kg/mes)	Nox (Kg/mes)	MP (Kg/mes)
	Maquinas soldadoras	10	Construcción	6	Diésel	1536	721.92	2841.6	368.64	7265.28
	Cargadores frontales	5	Construcción	6	Diésel	1536	360.96	1420.8	184.32	3632.64
	Tractor para tendido de tubo	10	Construcción	6	Diésel	1536	721.92	2841.6	368.64	7265.28
	Retroexcavadoras	5	Preparación del sitio y construcción	6	Diésel	1536	360.96	1420.8	184.32	3632.64
	Camiones con plataforma	8	Construcción	6	Diésel	1536	577.536	2273.28	294.912	5812.224
	Camiones	5	Preparación del sitio y construcción	6	Diésel	1536	360.96	1420.8	184.32	3632.64

Fotografía	Equipo y maquinaria	Cantidad	Etapa del proyecto	Horas de trabajo diario	Tipo de combustible	Horas de trabajo al año	Estimación de las Emisiones de gases de contaminnates			
							CO (Kg/mes)	HC (Kg/mes)	Nox (Kg/mes)	MP (Kg/mes)
	Tractores remolque	5	Construcción	6	Diésel	1536	360.96	1420.8	184.32	3632.64
	Tractores buldózer	5	Construcción	6	Diésel	1536	360.96	1420.8	184.32	3632.64
	Trailes para transporte de tubería	10	Construcción	6	Diésel	1536	721.92	2841.6	368.64	7265.28
	Camiones para transporte de personal	4	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	6	Diésel	1536	288.768	1136.64	147.456	2906.112
	Camionetas pick-up	7	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	6	Diésel/Gasolina	1536	505.344	1989.12	258.048	5085.696
	Grúas	5	Preparación del sitio y construcción	6	Diésel	1536	360.96	1420.8	184.32	3632.64
	Módulos de generación 1.40 MW	15	Operación	24	Gas Natural	8769	5,400	12,500	2650.00	-
	Módulos de generación 0.05 MW	1	Operación	24	Gas Natural	8769	400	650	190	-

Fotografía	Equipo y maquinaria	Cantidad	Etapa del proyecto	Horas de trabajo diario	Tipo de combustible	Horas de trabajo al año	Estimación de las Emisiones de gases de contaminnates			
							CO (Kg/mes)	HC (Kg/mes)	Nox (Kg/mes)	MP (Kg/mes)
	Módulos de generación de respaldo de .875 MW	4	Operación	--	Diésel	10	1200	2400	250	2300
	Termogeneradores de 0.00055 MW	23	Operación	24	Gas Natural	8769	4,800	10,500	1,700	-

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

PROYECTO

“STGN SIERRA MADRE (FRONTERA-PUERTO LIBERTAD)”

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA LA

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS (AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE)

ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

Enero, 2023

ÍNDICE

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 10

III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 11

III.2. Tratados internacionales 13

III.2.1. Convenio sobre la Diversidad Biológica 13

III.2.2. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas 14

III.2.3. Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación 15

III.2.4. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre 16

III.2.5. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 16

III.2.6. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes 17

III.2.7. Otros tratados y convenios internacionales relevantes 21

III.3. Leyes Federales 23

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 23

III.3.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 27

III.3.3. Ley General de Vida Silvestre 28

III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 29

III.3.5. Ley de Aguas Nacionales 32

III.3.6. Ley de Hidrocarburos 33

III.3.7. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 35

III.3.8. Ley General de Protección Civil 37

III.3.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos Artísticos e Históricos 38

III.3.10. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos 39

III.4. Reglamentos Federales 40

III.4.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 40

III.4.2. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 42

III.4.3. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre..... 44

III.4.4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 44

III.4.5. Reglamento de la Ley de Hidrocarburos 48

III.4.6. Reglamento de las Actividades a que se Refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos..... 49

III.5. Leyes Estatales.....50

III.5.1 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua..... 50

III.5.2. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua..... 53

III.5.3. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua . 53

III.5.4 Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua..... 55

III.5.5. Ley del Agua del Estado de Chihuahua..... 57

III.5.6. Ley de Protección Civil del Estado de Chihuahua 57

III.5.7 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora 58

III.5.8. Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora 60

III.5.9. Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso en el estado de Sonora..... 61

III.5.10. Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora 62

III.5.11. Ley de Agua del Estado de Sonora..... 64

III.5.12. Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora..... 65

III.6. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas 66

III.7. Otros instrumentos de planeación para la conservación ecológica.....68

III.7.1. Regiones prioritarias definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad..... 68

III.7.1.1. Regiones Terrestres Prioritarias..... 69

III.7.1.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias 71

III.7.1.3. Regiones Marinas Prioritarias..... 75

III.7.1.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves..... 75

III.7.2. Sitios Prioritarios..... 77

III.7.2.1. Sitios Prioritarios Terrestres 77

III.7.2.2. Sitios Prioritarios Marinos 78
III.7.2.3. Sitios Prioritarios Acuáticos Continentales 80
III.7.2.4. Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos 81
III.8. Normas Oficiales Mexicanas 82
III.8.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Gas Natural 82
III.8.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisiones a la Atmósfera 83
III.8.3. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Aguas Residuales 84
III.8.4. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Calidad del Agua 84
III.8.5. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Salud Ambiental 85
III.8.6. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Flora y Fauna. 88
III.8.7. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido. 88
III.8.8. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos 89
III.8.9. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección Civil 90
III.9. Ordenamiento Ecológico del Territorio 91
III.9.1. Programas de Ordenamiento Ecológico de Carácter Federal 91
III.9.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 91
III.9.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California 98
III.9.2. Programas de Ordenamiento Ecológico de Carácter Estatal 99
III.9.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Chihuahua 99
III.9.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora 100
III.9.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa del Estado De Sonora 104
III.9.3. Programas de Ordenamiento Ecológico de Carácter Municipal 105
III.10. Instrumentos de Planeación 105
III.10.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019- 2024 106
III.10.2. Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2024 107
III.10.3. Programa Sectorial de Energía 2020-2024 108
III.10.4. Plan Estratégico 2020-2022 de la Comisión Reguladora de Energía 110
III.10.5. Plan Estatal de Desarrollo de Chihuahua 2022-2027 111
III.10.6. Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2021 – 2027 113

III.11. Instrumentos de Planeación en Materia de Desarrollo Urbano 115
III.11.1. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Sonora..... 115
III.11.2. Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica Caborca 116
III.11.3. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Pitiquito..... 119
III.12. Conclusiones generales 121

ÍNDICE TABLAS

Tabla III.1. Vinculación del Proyecto con diversos Tratados Internacionales. 21

Tabla III.2.Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. .. 24

Tabla III.3. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 27

Tabla III.4. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre. 28

Tabla III.5. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 30

Tabla III.6. Vinculación con la Ley de Aguas Nacionales. 32

Tabla III.7. Vinculación con la Ley de Hidrocarburos. 33

Tabla III.8. Vinculación con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. 35

Tabla III.9. Vinculación con la Ley General de Protección Civil. 37

Tabla III.10. Vinculación con la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. 39

Tabla III.11. Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 41

Tabla III.12. Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 42

Tabla III. 13. Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 44

Tabla III.14. Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 44

Tabla III.15. Vinculación con el Reglamento de la Ley de Hidrocarburos. 48

Tabla III.16. Vinculación con el Reglamento de las Actividades a que se Refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos. 49

Tabla III.17. Vinculación con la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua. 51

Tabla III.18. Vinculación con la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua. 53

Tabla III.19. Vinculación con la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua. 53

Tabla III.20. Vinculación con la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua. 55

Tabla III.21. Vinculación con la Ley del Agua del Estado de Chihuahua. 57

Tabla III.22. Vinculación con la Ley de Protección Civil del Estado de Chihuahua. 58

Tabla III.23. Vinculación con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora. 58

Tabla III.24. Vinculación con la Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora..... 60

Tabla III.25. Vinculación con la Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso en el estado de Sonora. 61

Tabla III.26. Vinculación con la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora. 62

Tabla III.27. Vinculación con la Ley de Agua del Estado de Sonora. 64

Tabla III.28. Vinculación con la Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora. 65

Tabla III.29. Vinculación con las problemáticas de la Region Terrestre Prioritaria No. 44. “Bavispe-El tigre”..... 70

Tabla III.30. Vinculación con las problemáticas de la Region Terrestre Prioritaria No. 45 “Sierra de San Luis-Janos”. 70

Tabla III.31. Vinculación con las problemáticas de la Region Terrestre Prioritaria No. 46 “Pastizales del Norte del Río Santa María”. 70

Tabla III.32. Vinculación con las problemáticas de la Region Hidrológica Prioritaria No. 16 “Región Noroeste: Río Yaqui - Cascada Bassaseachic”. 71

Tabla III.33. Vinculación con las problemáticas de la Region Hidrológica Prioritaria No. 33 “Región Antiplano Norte: Samalayuca”. 72

Tabla III.34. Vinculación con las problemáticas de la Region Hidrológica Prioritaria No. 42 “Región Altiplano Norte: Río Bravo Internacional”..... 73

Tabla III.35. Vinculación con las problemáticas de la Área de Importancia para la Conservación de Aves No. 38 “Sistema de Isla de la Sierra Madre Occidental”..... 76

Tabla III. 36. Vinculación con las problemáticas de la Área de Importancia para la Conservación de Aves No. 42 “Baserac-Sierra Tabaco-Río Bavispe”..... 76

Tabla III.37. Vinculación con las problemáticas del sitio prioritario marino “Grandes Islas del Golfo de California”..... 79

Tabla III.38. Vinculación del Proyecto con la NOM-007-ASEA-2016. 82

Tabla III.39. Vinculación del Proyecto con la NOM-041-SEMARNAT-2015. 83

Tabla III.40. Vinculación del Proyecto con la NOM-045-SEMARNAT-2017. 83

Tabla III.41. Vinculación del Proyecto con la NOM-001-SEMARNAT-1996. 84

Tabla III.42. Vinculación del Proyecto con la NOM-127-SSA1-1994. 85

Tabla III.43. Vinculación del Proyecto con la NOM-117-SEMARNAT-2006. 85

Tabla III. 44. Vinculación del Proyecto con la NOM-020-SSA1-2014. 86

Tabla III.45. Vinculación del Proyecto con la NOM-021-SSA1-1993 86

Tabla III.46 Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SSA1-2019. 86

Tabla III.47 Vinculación del Proyecto con la NOM-023-SSA1-1993. 87

Tabla III.48. Vinculación del Proyecto con la NOM-025-SSA1-2014. 87

Tabla III.49. Vinculación del Proyecto con la NOM-059-SEMARNAT-2010. 88

Tabla III.50. Vinculación del Proyecto con la NOM-080-SEMARNAT-1994. 88

Tabla III.51. Vinculación del Proyecto con la NOM-081-SEMARNAT-1994. 89

Tabla III.52 Vinculación del Proyecto con la NOM-001-ASEA-2019 89

Tabla III.53. Vinculación del Proyecto con la NOM- 052-SEMARNAT-2005 89

Tabla III.54. Vinculación del Proyecto con la NOM- 054-SEMARNAT-1993. 90

Tabla III.55. Vinculación del Proyecto con la NOM- 003-SEGOB-2011. 90

Tabla III.56. Descripción de las UAB aplicables 94

Tabla III.57. Estrategias aplicables a las UAB. 95

Tabla III. 58. Descripción de los lineamientos, criterios y estrategias ecológicas aplicables a las UGA en las que incide el Proyecto. 102

Tabla III.59. Criterios de regulación ecológica a considerar en el diseño, construcción y operación del Proyecto. 103

Tabla III. 60. Vinculación del Proyecto con las Metas establecidas en la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2024. 107

Tabla III.61. Vinculación con el . Programa Sectorial de Energía 2020-2024 109

Tabla III.62. Vinculación con el Plan Estratégico de la Comisión Reguladora de Energía. 110

Tabla III.63. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Chihuahua 2022-2027. 112

Tabla III.64. Vinculación con el Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2021 – 2027. 114

ÍNDICE FIGURAS

Figura III 1.Ubicación del Proyecto en relación con los sitios Ramsar. 14

Figura III.2. Ubicación del Área del Proyecto y del Área de Influencia del Proyecto en relación con las Regiones Indígenas. 19

Figura III.3. Ubicación del Proyecto en relación con los monumentos y zonas arqueológicas competencia del Instituto Nacional de Antropología e Historia. 38

Figura III.4. Ubicación del Proyecto en relación con las Áreas Naturales Protegidas. 66

Figura III.5. Ubicación del Proyecto en relación con las Regiones Terrestres Prioritarias. 69

Figura III.6. Ubicación del Proyecto con respecto de Regiones Hidrológicas Prioritarias. 71

Figura III.7. Ubicación del Proyecto en relación con las Regiones Marinas Prioritarias 75

Figura 8. Ubicación del Proyecto con respecto de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves. 76

Figura III.9. Ubicación del Proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Terrestres. 78

Figura III.10. Ubicación del Proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Marinos. 79

Figura III.11. Ubicación del Proyecto en relación con los Sitios Prioritarios Acuáticos Continentales. 81

Figura III.12. Ubicación del Proyecto en relación con los Sitios Prioritarios Primates. 81

Figura III.13. Distribución de las UAB en el territorio mexicano. 92

Figura III.14. Localización del trazo respecto de las UAB del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 94

Figura III.15. Ubicación del Proyecto en relación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. 98

Figura III.16. Localización del trazo respecto de las UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora. 101

Figura III.17. Ubicación del Proyecto con respecto al Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica Caborca. 118

Figura III.18. Ubicación del Proyecto en relación con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Libertad. 120

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

El presente capítulo tiene por objeto dar cumplimiento a lo establecido en la fracción III del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**REIA**), el cual expresamente señala lo siguiente:

> **"Artículo 13**.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:
>
> […]
>
> III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; […]."
>
> *(Énfasis añadido).*

En tal sentido, en este apartado se presentarán y analizarán en su parte conducente los ordenamientos legales aplicables al proyecto "**STGN SIERRA MADRE (FRONTERA-PUERTO LIBERTAD)**" (el proyecto) partiendo del marco jurídico nacional vigente conformado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los tratados internacionales de los cuales México es parte; las leyes federales, sus respectivos reglamentos; los ordenamientos de carácter administrativo derivados de las referidas leyes, así como también las Normas Oficiales Mexicanas (**NOM**) que resulten aplicables a las actividades a desarrollar; para posteriormente realizar un análisis de los instrumentos de planeación nacionales aplicables en este caso, haciendo especial énfasis en el Ordenamiento Ecológico del Territorio.

Dicho análisis se realizará con el objeto de determinar que el Proyecto que nos ocupa cumple a cabalidad con el marco jurídico aplicable en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional, así como con lo establecido en los instrumentos de planeación que ordenan el territorio en donde pretende realizar.

Es de señalar que, como se ha indicado en el capítulo II de la presente **MIA-R**, el Proyecto consiste en conjunto de obras y actividades para la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como el desmantelamiento y abandono de un sistema de transporte de gas natural, que considera el siguiente conjunto de obras: punto de recepción del gas en el cruce de la frontera con los Estados Unidos de América (**EUA**), gasoducto de 48" de diámetro por 800 km de longitud aproximadamente, cuatro estaciones de compresión (**CS**), estación **EMRyC** de entrega en Puerto Libertad, Sonora, y 26 válvulas de seccionamiento (**MLV's**). El Proyecto se ubica en los municipios de Ahumada, Buenaventura, Casas Grandes, Galeana, Guadalupe y Nuevo Casas Grandes en el estado de Chihuahua, y Arizpe, Bacerac, Cucurpe, Cumpas, Huachinera, Huásabas, Pitiquito, Santa Ana, Trincheras y Villa Hidalgo en el estado de Sonora.

Para efecto de la vinculación con los instrumentos de planeación, se utilizó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (**SIGEIA**) y el Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (**SIORE**), ambos sistemas pertenecen a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**), y además se consultó la cartografía disponible de los ordenamientos territoriales involucrados, realizándose para tal efecto la sobreposición del trazo.

Con base en lo anterior, fue posible determinar que el Proyecto es congruente con el marco jurídico en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional, y con los instrumentos de planeación que ordenan la zona donde éste se llevará a cabo.

A continuación, se describe el marco normativo federal, estatal, municipal y las disposiciones reglamentarias en comento.

III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicano (**CPEUM**) es la norma suprema de los Estados Unidos Mexicanos sobre la cual no existe ningún otro ordenamiento legal que tenga vigencia, constituye el pilar jurídico nacional, ya que conforme a ella se dicta el marco normativo vigente en el país, por ello, todas las leyes deben estar sujetas a las disposiciones que la propia Constitución establece. La supremacía constitucional, es la base del estado de Derecho, ya que en ella se encuentra el sostén del orden jurídico nacional. El derecho mexicano tiene su origen en la carta magna y, por ello, todas las leyes, ya sean federales, estatales o municipales deben respetar los preceptos de la **CPEUM**, con lo que se hace patente su vigencia y la del propio sistema jurídico nacional.

El principio de supremacía constitucional se encuentra previsto en el artículo 133 de la Carta Magna, al prever que la Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los tratados que estén de acuerdo con la misma, serán la Ley Suprema de toda la Unión y, establece en su artículo 15 que no se autoriza la celebración de convenios ni tratados en virtud de los cuales se alteren los derechos humanos reconocidos por la Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte.

En este sentido, es la misma Carta Magna la que consagra en su Título Primero, Capítulo I “De los Derechos Humanos y sus Garantías”, una serie de preceptos que constituyen los derechos humanos reconocidos por el Estado a todo individuo, así como las garantías para su protección; los que no pueden restringirse ni suspenderse, sino en los casos y bajo las condiciones que la propia Constitución establece.

En el marco de los derechos humanos y sus garantías se encuentran los que dan fundamento a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

A continuación, se analizan los preceptos que inciden con el desarrollo del Proyecto, así como su vinculación, a fin de destacar que éste no contraviene los preceptos constitucionales:

> **“Artículo 4**°.
>
> […]
>
> Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley.”

El Proyecto se vincula con este precepto legal en el sentido de que respeta y atiende la normatividad aplicable en materia de protección al ambiente, sometiéndose al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, garantizando este derecho, al plantear en su parte conducente medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que pudiera ocasionar; con lo que se concluye que con su desarrollo se respeta el precepto constitucional referido, al sujetarse a la legislación y regulación que el Estado ha impuesto para la protección del medio ambiente.

> **"Artículo 25.** Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.
>
> […]
>
> El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.
>
> Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.
>
> […]
>
> Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente."

El artículo 25 establece las bases de participación de los sectores social, público y privado en la economía y desarrollo nacional. Al Estado le corresponde, entre otros aspectos, la planeación, regulación y fomento de las actividades económicas. Por otro lado, el sector privado puede participar en la economía haciendo uso de los recursos productivos de manera que protejan el medio ambiente.

Este precepto define el papel del Estado dentro de la economía para su fomento y regulación, así como el principio de sustentabilidad y protección al medio ambiente en su desarrollo. De esta manera y al ser el Estado quien dirige y sienta las reglas de participación de los entes privados y los sujeta a esos principios. El Proyecto se ajusta este precepto constitucional, a través del cumplimiento de la regulación ambiental y de la participación económica impuesta por el Estado, que coadyuva al desarrollo económico del país.

Tomando en consideración que, entre otros aspectos, el Proyecto conformará un sistema que permitirá incrementar la capacidad de transporte de gas natural, mediante la instalación de un gasoducto que suministrará gas natural a la Terminal de Gas Natural Licuado (**GNL**) localizada en Puerto Libertad, Sonora, México, para ser ahí procesado y exportado. En tal sentido, el tratadista Raúl Brañes señala que la idea de la conservación de los recursos naturales, tal como está

establecida en la Constitución Política no se opone al aprovechamiento de los mismos. Al contrario, está encaminada a dejar en claro que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación, entre otros fines para cuidar de su conservación. Aprovechamiento y conservación son, por tanto, ideas vinculadas entre sí, ya que el aprovechamiento de los recursos naturales, se encuentra subordinado, entre otras modalidades, a la conservación de los mismos" (Brañes, 1994).

De estas consideraciones se desprende que el Proyecto es congruente con nuestra carta magna, pues en cumplimiento de la regulación ambiental y de participación económica impuesta por el Estado, se somete a la presente evaluación y, con su realización contribuirá al desarrollo económico del país.

III.2. Tratados internacionales

Los tratados internacionales se definen como aquellos acuerdos celebrados entre dos o más países como entidades soberanas entre sí. Estos acuerdos pueden abordar asuntos diplomáticos, económicos, culturales, ambientales o, en general, cualquier disposición que resulte de interés de los Estados contratantes.

En México éstos encuentran su fundamento en los artículos 76 fracción I y 133 de la **CPEUM,** en donde se dispone que los tratados internacionales celebrados por el Presidente, que estén de acuerdo nuestra Carta Magna y que hayan sido aprobados por el Senado de la República, son Ley Suprema para efectos de aplicación dentro del territorio mexicano. Es así que, en el presente apartado, se analizarán aquellos que tienen mayor relevancia en materia ambiental.

III.2.1. Convenio sobre la Diversidad Biológica

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (**CDB**) fue adoptado en 1992 en Nairobi y se abrió a la firma de las Partes en Río de Janeiro, Brasil, el 5 de junio de 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. El 13 de junio de 1992 México firmó *ad referdum* este Convenio y fue aprobado por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre de 1992. El instrumento de ratificación fue depositado ante el Secretariado de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993 y, finalmente se publicó en el Diario Oficial de la Federación (**DOF**) para su debida observancia el 7 de mayo de 1993. Sus objetivos son (Artículo 1):

1. La conservación de la diversidad biológica;
2. La utilización sostenible de sus componentes; y
3. La participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El CDB enfatiza en su artículo 3, el derecho de los Estados de explotar sus propios recursos en aplicación de su política ambiental propia y la obligación complementaria de que las actividades que se realicen dentro de su jurisdicción no perjudiquen al medio que se encuentre fuera de ella.

Por otra parte, respecto de la conservación *in situ*, es obligación de las partes en la medida de sus posibilidades, establecer áreas protegidas para la conservación de la diversidad biológica, la protección de ecosistemas naturales y, establecer legislación para la protección de especies amenazadas, entre otras.

En su artículo 14 el CDB hace referencia expresa de la evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso; en tal sentido prevé que cada Parte contratante, en la medida de lo posible y según proceda, establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica, con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos.

En tal sentido, el Proyecto se apega a lo establecido por el **CDB**, puesto que se somete a evaluación de impacto ambiental y se desarrollará con respeto a lo establecido por el Estado para la protección de la diversidad biológica. Toda vez que, si bien tendrá una mínima incidencia con el Área Natural Protegida (**ANP**) denominada “Reserva Forestal Nacional y Zona de Refugio de la Fauna Silvestre; Bavispe”, ésta no cuenta con un Programa de Manejo expedido, en cambio, en su decreto de creación sólo se delimita la poligonal, por lo que no existen directrices ni lineamientos que se contrapongan al Proyecto. En este sentido, mediante la elaboración del estudio de impacto ambiental, se analizarán los efectos al medio ambiente, incluyendo dicha **ANP**, sin que existan lineamientos específicos que contravengan el desarrollo del Proyecto.

III.2.2. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar), se adoptó en Ramsar, Irán en 1971 y fue ratificada por el Estado Mexicano en el año de 1986 y tiene como uno de sus objetivos principales el impedir ahora y en el futuro las progresivas intrusiones en y pérdida de humedales, en virtud del gran valor económico, cultural, científico y recreativo que representan. Entendiendo por humedal en términos de su artículo 1:

> [...] las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

En nuestro país existen 142 sitios que cumplen los requisitos que señala la Convención, sumando un total de 8,657,057 hectáreas. En este sentido, de la revisión que se hizo del **AP** se pudo determinar que no incide en algún sitio Ramsar, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura III 1.Ubicación del Proyecto en relación con los sitios Ramsar.



De lo anteriormente expuesto, se identifica que el Proyecto no pretender realizar actividades dentro en algún sitio Ramsar, cumpliendo así los compromisos asumidos por nuestro país bajo dicha Convención.

III.2.3. Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación

El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, tiene como objeto reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo, y fue ratificado por los Estados Unidos Mexicanos el 22 de febrero de 1991.

Debido a la naturaleza del Proyecto, se van a generar distintos tipos de residuos en las distintas etapas del Proyecto. De acuerdo con la clasificación correspondiente se generarán residuos peligrosos (**RP**), de manejo especial (**RME**) y sólidos urbanos (**RSU**), en las cantidades ya descritas en el capítulo II de la presente **MIA-R**. Estos residuos serán manejados de acuerdo con lo previsto en la legislación federal, estatal y municipal aplicable, de acuerdo con el Programa de Manejo Integral de Residuos del Proyecto y, su disposición final se realizará, en el caso de los **RP**, únicamente con Prestadores de Servicios debidamente autorizados por la **SEMARNAT**, de acuerdo a las disposiciones aplicables en la materia, por lo que para la realización del Proyecto, no se importarán ni exportarán **RP** al extranjero.

Finalmente, es de suma relevancia hacer notar que no se pretenden realizar movimientos transfronterizos de residuos.

III.2.4. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (**CITES**) busca la conservación de las especies amenazadas sujetas al comercio internacional, así como al aprovechamiento sustentable y la conservación de la biodiversidad. México se convirtió parte de este Tratado el 2 de julio de 1991.

En relación con este instrumento se debe señalar que el Proyecto no contempla el aprovechamiento y/o comercialización de fauna y flora silvestre y, por el contrario, contará con medidas de prevención y mitigación específicas en materia de fauna. Asimismo, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y otro de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, tal y como se describe en el capítulo VI de la presente **MIA-R**. Por otra parte, mediante el Programa de Educación Ambiental se concienciará al personal del Proyecto sobre este tema.

III.2.5. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (**CMNUCC**) fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. Tras la aprobación del senado, la Convención fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas (**ONU**) el 11 de marzo de 1993 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994.

A través de este acto de ratificación, el gobierno de México hizo constar en el ámbito internacional su consentimiento en obligarse a cumplir con los lineamientos establecidos en este instrumento, reconociendo que los cambios del clima y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad. Es así que, a continuación, se presentan los lineamientos que se vinculan con el Proyecto:

- Lograr la reducción de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema.
- Las partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, en consecuencia, se deben de tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos.
- Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero.

Con base en lo anterior y, tomando en cuenta que a través del Proyecto se promueve el uso y disponibilidad de energía a través de una fuente eficiente y el mejor uso de los combustibles fósiles (como lo es el gas natural), se considera éste es compatible con lo dispuesto por la **CMNUCC**.

III.2.6. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes

La Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo, el 7 junio 1989, adoptó el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes (Convenio 169). Posteriormente, en fecha 24 de enero de 1991, México ratificó y promulgó ese Convenio.

El Convenio 169 es un instrumento jurídico internacional vinculante que trata específicamente los derechos de los pueblos indígenas y tribales. El mismo no define quiénes son los pueblos indígenas o tribales, sino que adopta un enfoque práctico proporcionando solamente criterios para describir los pueblos que pretende proteger.

Es así que, el Convenio 169 establece que el término "pueblos indígenas" utiliza un sentido genérico para referirse a un grupo social y cultural distinto que posee las siguientes características en diversos grados:

- La autodeterminación como miembros de un grupo de cultura indígena y el reconocimiento de su identidad por otros;
- Apego colectivo geográficamente a distintos hábitats o territorios ancestrales en la zona del Proyecto y a los recursos naturales de estos hábitats y territorios;
- Instituciones culturales, económicas, sociales o políticas consuetudinarias que son independientes de los de la sociedad en general o la cultura; o
- Una lengua o dialecto distinto, a menudo diferente del idioma o idiomas oficiales del país o región en el que residen.

En ese sentido, existe un elemento poblacional perteneciente a un pueblo indígena, un territorio sobre el que se asienta, un determinado modo de organización o estructuración social en el que se identifican autoridades y un orden normativo de carácter consuetudinario. Asimismo, el Convenio 169 establece como obligación a los Estados firmantes garantizar la participación de los pueblos indígenas y el respeto a sus derechos, tal y como lo señala el Artículo 2° del Convenio, mismo que se transcribe para mayor referencia:

> **“Artículo 2**.
>
> […]
>
> **1. <u>Los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad.</u>**
>
> 2. Esta acción deberá incluir medidas:
>
> a) Que aseguren a los miembros de dichos pueblos gozar, en pie de igualdad, de los derechos y oportunidades que la legislación nacional otorga a los demás miembros de la población;
>
> b) Que promuevan la plena efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de esos pueblos, respetando su identidad social y cultural, sus costumbres y tradiciones, y sus instituciones;

> c) Que ayuden a los miembros de los pueblos interesados a eliminar las diferencias socioeconómicas que puedan existir entre los miembros indígenas y los demás miembros de la comunidad nacional, de una manera compatible con sus aspiraciones y formas de vida."
>
> *(Énfasis añadido).*

Otro referente, es la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos (**CIDH**), en la que se han establecido requisitos fundamentales para estimar que se trata de un sujeto de derecho a que se refiere el Convenio 169, que son los siguientes:

1. Que exista un órgano de gobierno tradicional en donde se resuelvan las decisiones de especial trascendencia para el pueblo, organizado de acuerdo a sus prácticas milenarias.
2. La estrecha relación que hay entre grupo o pueblo indígena, de forma tal que esa vinculación ha permitido la generación del bien inmaterial llamado cultura dentro del cual se desarrolla la cosmovisión que tienen dichos grupos y que les define su identidad.

En palabras de la propia **CIDH**:

> 212. En relación con lo anterior, la Corte ha reconocido que **"al desconocerse el derecho ancestral de las comunidades indígenas sobre sus territorios, se podría[n] estar afectando otros derechos básicos, como el derecho a la identidad cultural y la supervivencia misma de las comunidades indígenas y sus miembros".** Puesto que el goce y ejercicio efectivos del derecho a la propiedad comunal sobre "la tierra garantiza que los miembros de las comunidades indígenas conserven su patrimonio", los Estados deben respetar esa especial relación para garantizar su supervivencia social, cultural y económica. **Asimismo, se ha reconocido la estrecha vinculación del territorio con las tradiciones, costumbres, lenguas, artes, rituales, conocimientos y otros aspectos de la identidad de los pueblos indígenas, señalando que "en función de su entorno, su integración con la naturaleza y su historia, los miembros de las comunidades indígenas transmiten de generación en generación este patrimonio cultural inmaterial,** que es recreado constantemente por los miembros de las comunidades y grupos indígenas.
>
> *(Énfasis añadido).*

Dichos elementos refieren al uso y la práctica de métodos propios para la elección de autoridades, la búsqueda de consensos de beneficio común y un sistema propio de impartición de justicia. En resumen, la presencia de un sistema de usos y costumbres. Por otra parte, en el ámbito nacional la **CPEUM** define a la nación mexicana como multicultural en función de la existencia de pueblos indígenas, a quienes se les reconoce como sujetos de derechos específicos.

El gobierno mexicano, además del reconocimiento de estos derechos específicos ha implementado instrumentos para garantizar la participación y el desarrollo de los pueblos indígenas, entre los cuales destaca la consulta a los pueblos indígenas.

El artículo 2° de la **CPEUM** señala que:

> "Un pueblo indígena es aquel que desciende de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciar la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas o parte de ellas".

Asimismo, el mismo artículo constitucional señala que la comunidad indígena se caracteriza de la siguiente forma:

> Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquéllas que formen una unidad social, económica y cultural, asentada en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo a sus usos y costumbres.

Del análisis de dichos preceptos constitucionales, se advierte que los elementos que caracterizan a los pueblos indígenas son los siguientes:

- Forman una unidad social, económica y cultural;
- Están asentadas en un territorio específico, y
- Reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

En ese orden de ideas, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (**INEGI**) y la Comisión Nacional para el desarrollo de los Pueblos Indígenas (**CDI**), elaboraron el Catálogo de Localidades Indígenas, mediante el cual se identifica y cuantifica la población indígena en el país considerando como factor determinante la lengua o dialecto.

Las localidades indígenas se encuentran clasificadas de acuerdo con criterios de concentración de población indígena en cada una de ellas, agrupándose de la siguiente manera:

- Localidades con población indígena mayor o igual a 40% de su población total;
- Localidades con población indígena menor a 40% y más de 150 indígenas, y
- Localidades con menos de 150 indígenas de la población total.

Asimismo, la **CDI** ha divido al territorio mexicano en regiones indígenas, agrupando a los pueblos por sus características de cosmovisión. En este contexto, de la revisión realizada se desprende que el Proyecto no incide en alguna región indígena, como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura III.2. Ubicación del Área del Proyecto y del Área de Influencia del Proyecto en relación con las Regiones Indígenas.



De las localidades identificadas en el Área de Influencia (**AI**), solo una localidad reporta una población indígena de 40% y más, es la localidad de Las Tunas (0122), municipio Ahumada (001), en el estado de Chihuahua.

Asimismo, es de señalar que se han identificado los diversos beneficios en materia social que conlleva el Proyecto, los cuales se citan a continuación de manera sucinta:

1. Al tratarse de un Proyecto de transporte de gas natural, se considera una fuente eficiente y que reduce los gases de efecto invernadero, comparado con las fuentes convencionales y, en consecuencia, contribuirá a mejorar la calidad del aire al prevenir la contaminación atmosférica.
2. Se incrementará la inversión económica en la zona, que se puede traducir en mayores oportunidades de empleo e ingresos.
3. Se generará mayor derrama económica en el área por la prestación de servicios y adquisición de insumos a empresas y particulares.
4. Se implementará el Plan de Gestión Social (**PGS**) del Proyecto, el cual prevé, entre otros aspectos, la ejecución del Plan de Inversión Social (**PIS**) que persigue invertir en el desarrollo humano sustentable de las localidades impactadas, a partir de los impactos identificados y percibidos como más importantes por los actores, con vistas a evitar que aumente la desigualdad y crear oportunidades para la mayoría de la población.

De lo anteriormente expuesto, se desprende que en el desarrollo del Proyecto se respetarán los derechos de los grupos y comunidades indígenas, que en su caso, pudieran ubicarse en el área en donde se realizará, respetando en todo momento lo previsto en este Convenio 169 y desahogando los procedimientos que al efecto determine la Secretaría de Energía (**SENER**).

III.2.7. Otros tratados y convenios internacionales relevantes

Nuestro país ha suscrito una serie de tratados y convenios internacionales, de los cuales algunos guardan una relación más estrecha con el Proyecto, los que se describen a continuación:

Tabla III.1. Vinculación del Proyecto con diversos Tratados Internacionales.

Tratado Internacional	Tema o factor ambiental que se considera	Etapa del Proyecto en que aplica el instrumento	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (**ACAAN**) Art. 2. Con relación a su territorio, cada una de las Partes: […] e) evaluará los impactos ambientales, y […]	Participación, acceso a la información y cuidado del medio ambiente.	Autorización del Proyecto	La presente **MIA-R** forma parte del procedimiento de la Evaluación del Impacto Ambiental en el que, tanto el Promovente como la autoridad, dan cumplimiento a este lineamiento del **ACAAN**.
Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable (**CMDS**) […] III. Modificación de las modalidades insustentables de consumo y producción. 13. Para lograr el desarrollo sustentable a nivel mundial es indispensable introducir cambios fundamentales en la forma de consumir y producir de las sociedades (…).	Desarrollo Sustentable	Operación	El Proyecto se vincula con este instrumento porque favorece el acceso a combustibles como el gas natural, que generan menos **GEI** y contribuyen a la adopción de formas de producir más eficientes.
Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural. Artículo 4. Cada uno de los Estados Partes en la presente Convención reconoce que la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio, le incumbe primordialmente. Procurará actuar con ese objeto por su propio esfuerzo y hasta el máximo de los recursos de que disponga, y llegado el caso, mediante la asistencia y la cooperación internacionales de que se pueda beneficiar, sobre todo en los	Flora y Fauna	Operación	El Proyecto cuenta con medidas que se realizarán para proteger el patrimonio natural de la zona en donde se implementará. Asimismo, se procederá a la prospección y, en su caso, salvamento arqueológico de toda la ruta del Proyecto, para verificar que no se dañe el patrimonio cultural que pudiera existir en la ruta del ducto.

Tratado Internacional	Tema o factor ambiental que se considera	Etapa del Proyecto en que aplica el instrumento	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
aspectos financiero, artístico, científico y técnico. Artículo 5. Con objeto de garantizar una protección y una conservación eficaces y revalorizar lo más activamente posible el patrimonio cultural y natural situado en su territorio y en las condiciones adecuadas a cada país, cada uno de los Estados Partes en la presente Convención procurará dentro de lo posible: […] d) adoptar las medidas jurídicas, científicas, técnicas, administrativas y financieras adecuadas, para identificar, proteger, conservar, revalorizar y rehabilitar ese patrimonio; y […]			
Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. PRINCIPIO 2 De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar por que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional. PRINCIPIO 4 A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.	Desarrollo Sustentable	Operación	El Proyecto se ajusta a los principios que integran esta Declaración, dado que en su desarrollo se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación para proteger el medio ambiente con una visión a largo plazo durante toda su vida útil y hasta su etapa de abandono.
Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para la protección de aves migratorias y de mamíferos cinegéticos (**CPAMyMC**) Art. I.- Las Altas Partes Contratantes declaran que es justo y conveniente proteger las aves llamadas migratorias, cualquiera que sea su origen, que en sus	Fauna	Operación	El Proyecto cuenta con un programa de protección de fauna y se realizará un monitoreo para medir que no haya afectación a estas especies, también se tendrán medidas para evitar la caza furtiva o

Tratado Internacional	Tema o factor ambiental que se considera	Etapa del Proyecto en que aplica el instrumento	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
viajes habiten temporalmente en los Estados Unidos Mexicanos y en los Estados Unidos de Norteamérica, por medio de procedimientos adecuados […] Art. II.- Las Altas Partes Contratantes convienen en dictar las leyes, Reglamentos y Disposiciones conducentes para satisfacer la necesidad indicada en el artículo precedente, incluyendo: […] e).- La prohibición de matar aves migratorias insectívoras, con excepción de los casos en que perjudiquen la agricultura y constituyan plagas, […]			daño ambiental que afecte a estas especies.
Protocolo entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América por el que se modifica CPAMyMC. Establece una temporada de veda para patos silvestres del 10 de marzo al 1 de septiembre, excepto en Alaska, en donde los patos silvestres y sus huevos podrán ser capturados por habitantes indígenas del lugar, siempre que las temporadas y otras reglamentaciones para el no-desperdicio sean consistentes con los usos habituales y tradicionales de los habitantes indígenas y sean para su propia alimentación y otras necesidades esenciales.	Fauna	Operación	El Proyecto no intervendrá con estas disposiciones en ninguna de sus etapas, y se tendrán acciones para la protección de especies de avifauna migratorias.

Por lo que hace al resto de los tratados internacionales suscritos por México, si bien no existen disposiciones puntuales que resulten aplicables al Proyecto, la Promovente se encuentra atenta del cumplimiento de toda la normatividad que comprende el Sistema Jurídico Mexicano.

III.3. Leyes Federales

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (**LGEEPA**) se publicó en el **DOF** el 28 de enero de 1988 y su última reforma fue el 18 de enero de 2021. Esta ley es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio

ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Tiene por objeto, entre otros, propiciar el desarrollo sustentable y sentar las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

En tal sentido, a continuación se realiza un análisis de los preceptos legales de este ordenamiento jurídico que se vinculan con el Proyecto.

Tabla III.2.Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
ARTÍCULO 5o.- Son facultades de la Federación: […] X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes. […]	En cumplimiento de este precepto jurídico, se somete a autorización en materia de impacto y riesgo ambiental ante la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (**ASEA**), autoridad Federal competente en esta materia, el Proyecto que nos ocupa.
Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: [...] I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; [...] VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	En congruencia con este precepto se somete a evaluación de impacto y riesgo ambiental el **Proyecto**, a fin de contar con la autorización correspondiente, en el entendido de que dado su naturaleza, de acuerdo con el artículo 28, fracción I de la **LGEEPA**, requiere autorización en materia de impacto ambiental previo a su realización. Lo anterior considerando que el Proyecto pretende la instalación de infraestructura para llevar a cabo la construcción de un gasoducto que involucra un nuevo sistema de transporte de gas natural (**STGN**) con punto de inicio en Texas, **EUA**, y con punto final de entrega en Sonora, México, con una longitud total aproximada de 800 Km Esto, con el propósito de fortalecer la seguridad energética, mediante el intercambio directo y eficaz de gas natural entre México y EUA. En mérito de lo anterior, la infraestructura que se somete a consideración de esa Agencia, atravesará los estados de– Chihuahua y Sonora, incidiendo con vegetación forestal en una superficie de 1,979.39 has, lo que representa el 95.24% de la totalidad de la superficie del Derecho de Vía. Con base en lo anterior y, para su cumplimiento, se está presentado la **MIA-R** con Estudio de Riesgo Ambiental (**ERA**), cumpliendo con las formalidades señaladas en la Ley, a efecto de obtener la autorización correspondiente por parte de esa Agencia Nacional. En este sentido, a lo largo de la **MIA-R** y él **ERA** se realiza una descripción de los componentes, impactos que se pudieran generar y todas aquellas

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
	medidas a implementar para reducir al mínimo dichos impactos y se mantengan las condiciones actuales del sistema ambiental e incluso se mejoren.
Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente. […]	En congruencia con este precepto se presenta ante la **ASEA** la presente **MIA-R**, acompañada del **ERA** correspondiente, los cuales cumplen con los requerimientos específicos solicitados por la legislación de la materia. De este modo, la **MIA-R** que se exhibe, entre otras cuestiones, cuenta con la descripción de los impactos ambientales, así como las medidas de mitigación y compensación a adoptar, tal y como lo son los Programas propuestos.
Artículo 35 BIS 1. Las personas que presten servicios de impacto ambiental serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.	En cumplimiento a lo dispuesto, se anexa la carta declaratoria bajo protesta de decir verdad de responsable técnico.
Artículo 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva; III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos; IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;	Los criterios ambientales indicados en el presente artículo se consideran de manera específica en la presente **MIA-R**. En cumplimiento de este precepto legal se implementará un Programa de Conservación de Suelos, el cual se detalla en el Capítulo VI de la presente **MIA-R**, y en el que se proponen las medidas de protección al suelo para evitar su erosión.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
V. En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	
Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	Se considera que el Proyecto se vincula con esta disposición en el sentido que, por medio de su implementación se fomentará el transporte de gas natural entre México y Estados Unidos, permitiendo dotar de mayor capacidad al sistema de transporte de gas natural ya existente, lo que servirá para atender la demanda de gas natural en los distintos puntos de su trayectoria, entre Sonora y Chihuahua. Así, durante el desarrollo del Proyecto se verificará que las emisiones que en su caso se generen por parte de los contratistas, se mantengan dentro de los parámetros exigidos por la normatividad.
Artículo 111 BIS. - Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría. Para los efectos a que se refiere esta Ley, se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias químicas, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos. El reglamento que al efecto se expida determinará los subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales antes señalados, cuyos establecimientos se sujetarán a las disposiciones de la legislación federal, en lo que se refiere a la emisión de contaminantes a la atmósfera.	
Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la Secretaría.	
Artículo 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto	En cumplimiento con lo dispuesto por este artículo y las normas oficiales aplicables, el ruido generado por los vehículos, maquinaria y equipos empleados

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
rebasen los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, luz intrusa, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	durante la preparación del sitio y construcción, deberán de cumplir con las Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos, con la finalidad de que el ruido generado cumpla con la normatividad. Para la operación y mantenimiento, no sobrepasarán los límites máximos permisibles establecidos por las **NOM-080-SEMARNAT-1994** y **NOM-081-SEMARNAT-1994**.

III.3.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**LGDFS**) se publicó en el **DOF** el 5 de junio de 2018 y su última reforma ocurrió el 26 de abril de 2021. Es reglamentaria del artículo 27 de la **CPEUM** y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las entidades federativas, municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la **CPEUM**, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Tabla III.3. Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 69.- Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción; […]; [...]	En cumplimiento de lo dispuesto por estos preceptos, el Proyecto se someterá a autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (**CUSTF**), considerando que con su desarrollo se pretende remover aproximadamente 1,905.0687 has de vegetación forestal en el derecho de vía del Proyecto. Cabe señalar que conforme avance la ingeniería del Proyecto y a la liberación de los derechos de vía complementarios a los que ya se tienen, se someterá a autorización de esa Agencia en materia de **CUSTF** la huella definitiva a través del Estudio Técnico Justificativo (**ETJ**) correspondiente.
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la	

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	

Con base en lo anteriormente expuesto, tenemos que el Proyecto es congruente con lo dispuesto en la **LGDFS**. Esto, ya que como se ha señalado, en cumplimiento con lo dispuesto por los artículos que preceden, la promovente preparará y someterá a consideración de esa Agencia los **ETJ** correspondientes.

III.3.3. Ley General de Vida Silvestre

Publicada en el **DOF** el 03 de julio del año 2000 y su última reforma el 20 de mayo de 2021. Esta ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero de los artículos 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. La misma, regula lo relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Los preceptos de este ordenamiento legal que se vinculan con el Proyecto son los siguientes:

Tabla III.4. Vinculación con la Ley General de Vida Silvestre.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 4o. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. […]	En el marco de este precepto legal los desarrolladores y las empresas contratistas responsables de la construcción y operación del Proyecto, asumen responsablemente el compromiso de contribuir en la conservación de la vida silvestre desde la etapa de preparación del sitio y para ello se adoptan en la presente **MIA-R** las medidas pertinentes a fin de garantizar la

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
	protección de la vida silvestre, para lo que a su vez se implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.
Artículo 18.- Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar en la flora y la fauna en el área de Proyecto, esto a través de los siguiente programas: Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, Programa de Rescate y Reubicación de Flora, y Programa de Educación Ambiental, además de las medidas preventivas y de mitigación previstas en el Capítulo VI de la presente **MIA-R**.
Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo. Las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	Para el desarrollo del Proyecto se tiene considerado lo previsto en este precepto legal, así como lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo y sus posteriores modificaciones*; asimismo y, con el objeto de evitar afectar a las especies de fauna en el sitio, se implementará el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, el Programa de Educación Ambiental, y además medidas preventivas y de mitigación previstas en el Capítulo VI de la presente **MIA-R**.

Bajo este contexto, se considera que el Proyecto es compatible con lo previsto en la Ley General de Vida Silvestre (**LGVS**), pues el mismo con la intención de no afectar significativamente la vida silvestre en el sitio implementará diversas medidas de prevención, mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Publicada en el **DOF** el 08 de octubre del año 2003 y su última reforma el 18 de enero de 2021. Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los **RP, RSU** y **RME**.

Así también, busca establecer las bases para determinar, entre otros aspectos, los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los mismos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana; así como establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la **CPEUM**.

El Proyecto, con la finalidad de garantizar un manejo ambiental adecuado y conforme lo señala la propia Ley, instrumentará un Programa de Manejo Integral de Residuos para identificar, clasificar, segregar y almacenar temporalmente los residuos generados, para su posterior envío a disposición final por empresas autorizadas por la autoridad competente. La vinculación con este ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.5. Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	En el Proyecto se atenderá la clasificación de **RP** de acuerdo a lo indicado en este precepto legal, realizando su manejo y disposición final conforme a lo indicado en la presente Ley, su Reglamento y las **NOM** que resulten aplicables.
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	En el Proyecto se atenderá la clasificación de **RSU** de acuerdo a lo indicado en este precepto legal, tomando en consideración los programas estatales y municipales que resulten aplicables, con base en los cuales se realizará también su manejo.
Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: […] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.	Los **RME** que se generen con el Proyecto se atenderá la clasificación de **RME** de acuerdo a lo indicado en este precepto legal, tomando en consideración lo previsto en la **NOM-001-ASEA-2019**, *Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos*; así como las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la gestión integral de los residuos de manejo especial del Sector Hidrocarburos, con base en las cuales se realizará también su manejo. Estos serán dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones locales.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El manejo de los **RP** que se generen se hará de conformidad con la normatividad aplicable y se entregarán a un proveedor autorizado por esa Secretaría para la disposición final conforme a lo establecido en el Programa de Manejo Integral de Residuos.
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	El Promovente se cerciorará que las empresas que en su caso subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esa Agencia y está consciente de su responsabilidad en el proceso.
Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	En cumplimiento a lo establecido en la presente Ley y su Reglamento, se procederá a clasificar al promovente en alguna de estas categorías, estimando que la generación de residuos para la etapa de preparación del sitio y construcción pudiendo ser mayor a 10 toneladas al año, correspondiendo por tal motivo a una categoría de gran generador durante este periodo, distinto de lo que ocurrirá en la operación y mantenimiento en donde se encuentra como un pequeño generador.
Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	Los **RP** que se generen serán manejados y dispuestos conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, evitando la mezcla de éstos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.

Con base en lo anteriormente expuesto, se considera que ha quedado demostrada la compatibilidad del Proyecto con la **LGPGIR**, pues, como ya se ha asentado, en cumplimiento con lo dispuesto en dicho ordenamiento se dará un manejo integral de los residuos, implementando para tal efecto el Programa de Manejo Integral de Residuos.

III.3.5. Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (**LAN**) es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales, fue publicada en el **DOF** el 1 de diciembre de 1992 y su última reforma se publicó en el **DOF** el 11 de mayo de 2022. Tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad, siendo aplicable, entre otras, a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.6. Vinculación con la Ley de Aguas Nacionales.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 20.- De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal […].	El Proyecto no prevé la utilización de aguas nacionales para su desarrollo, más que para las pruebas hidrostáticas, para lo que se solicitará el permiso correspondiente. En el caso de que se requiera explotar agua a cargo de la federación se obtendrá la concesión correspondiente.
ARTÍCULO 88. Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.	El Proyecto no contempla la descarga de aguas a suelo natural, pues se instalarán sanitarios portátiles para los diferentes frentes de trabajo. Así también, el agua utilizada para las pruebas hidrostáticas se dispondrá en un sitio autorizado previamente por la Comisión, con lo cual se evitará el deterioro de la calidad del agua de la zona en donde se realizará.
Artículo 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión": […] III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;	En razón de los preceptos antes transcritos, se observa que el Proyecto tiene incidencia con 138 cuerpos de agua, 10 de condición intermitente y 3 de condición perenne y, para tales efectos, la Promovente acudirá en los casos específicos, ante

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. […] […]	dicha autoridad a efecto de obtener las concesiones, o en su caso, obtener los permisos y/o vistos buenos para el cruzamiento con los cuerpos de agua.

Tal y como ya fue indicado, el Proyecto no tiene previsto el aprovechamiento de aguas nacionales; más que para las pruebas hidrostáticas para lo que se solicitará el permiso correspondiente. Finalmente, es fundamental destacar que el Proyecto incide dentro diversos cuerpos de agua para lo cual acudirá ante la Comisión Nacional del Agua (**CONAGUA**) para la ampliación de la superficie de las concesiones con las que cuenta y para los nuevos permisos de cruzamiento.

III.3.6. Ley de Hidrocarburos

La Ley de Hidrocarburos (**LH**) se publicó en el **DOF** el 11 de agosto de 2014 y su última reforma del 20 de mayo de 2021. En ella se reconoce que corresponde a la Nación la propiedad directa, inalienable e imprescriptible de todos los Hidrocarburos que se encuentren en el subsuelo del territorio nacional incluyendo la plataforma continental y la zona económica exclusiva situada fuera del mar territorial y adyacente a éste, en mantos o yacimientos, cualquiera que sea su estado físico. Tiene por objeto, entre otros, regular en el territorio nacional, el transporte de Gas Natural.

Aunque no es un ordenamiento jurídico propiamente ambiental, cuenta con disposiciones jurídicas que inciden en esta materia, vinculándose con el presente Proyecto los siguientes preceptos:

Tabla III.7. Vinculación con la Ley de Hidrocarburos.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 48.- La realización de las actividades siguientes requerirá de permiso conforme a lo siguiente: I. Para el Tratamiento y refinación de Petróleo, el procesamiento de Gas Natural, y la exportación e importación de Hidrocarburos, Gas Licuado de Petróleo, Petrolíferos y Petroquímicos, que serán expedidos por la Secretaría de Energía; II. Para el **transporte,** almacenamiento, distribución, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación y expendio al público de hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, según corresponda, que serán expedidos por la Comisión Reguladora de Energía;	El Proyecto pretende la instalación de infraestructura para el transporte de gas natural entre México y Estados Unidos de América, aumentando el abastecimiento en las zonas de cruce del ducto. En función de ello, acudirá a solicitar el permiso correspondiente, ante la Comisión Reguladora de Energía (**CRE**).
Artículo 95.- La industria de Hidrocarburos es de exclusiva jurisdicción federal. En consecuencia, únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias y de regulación en la materia, incluyendo aquellas relacionadas con el desarrollo sustentable, el	En atención a dicho precepto, el Proyecto sigue criterios que fomentan la protección, la restauración y la conservación de las condiciones ambientales del área en la que se pretende desarrollar, cumpliendo estrictamente para tal efecto, con las leyes, reglamentos y demás normas aplicables.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en el desarrollo de esta industria. Con el fin de promover el desarrollo sustentable de las actividades que se realizan en los términos de esta Ley, en todo momento deberán seguirse criterios que fomenten la protección, la restauración y la conservación de los ecosistemas, además de cumplir estrictamente con las leyes, reglamentos y demás normativa aplicable en materia de medio ambiente, recursos naturales, aguas, bosques, flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, así como de pesca.	
Artículo 120.- Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de las comunidades y pueblos indígenas en los que se desarrollen proyectos de la industria de Hidrocarburos, la Secretaría de Energía deberá llevar a cabo los procedimientos de consulta previa, libre e informada necesarios y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda en coordinación con la Secretaría de Gobernación y las dependencias que correspondan En dichos procedimientos de consulta la Secretaría de Energía podrá prever la participación de la Agencia, las empresas productivas del Estado y sus subsidiarios y empresas filiales, así como Particulares, conforme a la normatividad aplicable. Los procedimientos de consulta tendrán como objeto alcanzar acuerdos o, en su caso, el consentimiento conforme a la normatividad aplicable. La Secretaría de Energía, previa opinión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, podrá prever en las Asignaciones, así como dentro de los términos y condiciones que establezca para las licitaciones, los montos o las reglas para la determinación de los mismos, que el Contratista o Asignatario deberá destinar para el desarrollo humano y sustentable de las comunidades o localidades en las que realicen sus actividades en materia de salud, educación, laboral, entre otras, sin menoscabo de las obligaciones del Estado.	En congruencia con este precepto, el Promovente preparó e ingresó el 16 de diciembre de 2022 la Evaluación de Impacto Social (**EVIS**) del Proyecto ante la **SENER**, quien a su vez determinará y, en su caso desahogará el procedimiento pertinente en materia de consulta previa, libre e informada.
Artículo 121.- Los interesados en obtener un permiso o una autorización para desarrollar proyectos en materia de Hidrocarburos así como los Asignatarios y Contratistas deberán presentar a la Secretaría de Energía una Evaluación de Impacto Social que deberá contener la identificación caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación y los planes de gestión social correspondientes en los términos que señale el Reglamento de esta Ley. La	

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Secretaría de Energía emitirá la resolución y las recomendaciones que correspondan en el plazo y los términos que señale el Reglamento de esta Ley. La resolución señalada en el párrafo anterior deberá ser presentada por los Asignatarios, Contratistas, Permisionarios o Autorizados para efectos de la autorización de impacto ambiental.	

En mérito de lo ya expuesto, se considera ha quedado demostrada la compatibilidad del Proyecto con este ordenamiento, pues como se ha precisado, se solicitará el permiso correspondiente ante la CRE y se sometió la **EVIS** a evaluación ante la SENER.

III.3.7. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (**LGAHOTDU**) fue publicada en el **DOF** el 28 de noviembre de 2016 y su última actualización es del 01 de junio de 2021. Esta Ley es de orden público e interés social y de observancia general en todo el territorio nacional, tiene por objeto fijar las normas básicas e instrumentos de gestión de observancia general, para ordenar el uso del territorio y los asentamientos humanos en el país, con pleno respeto a los derechos humanos, así como el cumplimiento de las obligaciones que tiene el Estado para promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos plenamente.

Tabla III.8. Vinculación con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 7.- Las atribuciones en materia de planeación, así como de ordenamiento territorial, asentamientos humanos, desarrollo urbano y desarrollo metropolitano, serán ejercidos de manera concurrente por la Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales, en el ámbito de la competencia que les otorga la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y esta Ley, así como a través de los mecanismos de coordinación y concertación que se generen.	En congruencia con este precepto, la Promovente en todo momento ha observado y verificado que su actividad sea compatible con los diferentes planes y programas que regulan el uso del suelo en el sitio donde se llevará a cabo, cumpliendo así con este precepto. Lo anterior, tal y como se detalla en el apartado correspondiente a los Programas de Desarrollo Urbano (**PDU**).
Artículo 41.- Las entidades federativas y los municipios promoverán la elaboración de programas parciales y polígonos de actuación que permitan llevar a cabo acciones específicas para el crecimiento, mejoramiento y conservación de los centros de población, para la formación de conjuntos urbanos y barrios integrales. Dichos programas parciales serán regulados por la legislación estatal y podrán integrar los planteamientos sectoriales del desarrollo urbano, en materias tales como: centros históricos,	De forma coincidente con lo dispuesto en este artículo, se señala que en el presente capítulo, todos los programas relacionados con el destino y uso del suelo y desarrollo urbano han sido vinculados exhaustivamente con el Proyecto, quedando demostrada su compatibilidad.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
movilidad, medio ambiente, vivienda, agua y saneamiento, entre otras.	
Artículo 45.- Los planes y programas de Desarrollo Urbano deberán considerar los ordenamientos ecológicos y los criterios generales de regulación ecológica de los asentamientos humanos establecidos en el artículo 23 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en las Normas Oficiales Mexicanas en materia ecológica. Las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental que otorgue la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o las entidades federativas y los municipios conforme a las disposiciones jurídicas ambientales, deberán considerar la observancia de la legislación y los planes o programas en materia de desarrollo urbano.	En cumplimiento de este precepto, el Proyecto ha sido vinculado con los **PDU** en que incide, demostrándose así su compatibilidad con los mismos.
Artículo 68.- Es obligación de las autoridades federales, estatales o municipales asegurarse, previamente a la expedición de las autorizaciones para el uso, edificación o aprovechamiento urbano o habitacional, cambio de uso del suelo o impactos ambientales del cumplimiento de las leyes estatales y federales en materia de prevención de riesgos en los asentamientos humanos. La legislación estatal contendrá las normas a fin de garantizar la seguridad y protección de la población y sus bienes por contingencias y riesgos en los asentamientos humanos. Todas las acciones que impliquen la expansión del área urbana, para el fraccionamiento de terrenos o conjuntos habitacionales, para la subdivisión o parcelación de la tierra, para el cambio de usos del suelo o en autorizaciones de impacto ambiental, las autoridades federales, estatales o municipales deberán asegurarse que no se ocupen áreas de alto riesgo, sin que se tomen las medidas de prevención correspondientes	En congruencia con este precepto, a través de la presentación de esta **MIA-R**, se incluye la vinculación de todos los instrumentos aplicables de los tres órdenes de gobierno; además de que el Proyecto se encuentra alineado con toda la regulación federal, estatal y municipal necesaria para su desarrollo.
Artículo 69.- Es obligación de las autoridades federales, estatales y municipales asegurarse que en las obras, acciones o inversiones en que intervengan o autoricen se cumplan las normas sobre prevención de riesgos en los asentamientos	En cumplimiento con lo dispuesto por este artículo, la Promovente mediante la elaboración de la **MIA-R** y su **ERA** identifica todos aquellos impactos y riesgos que se puedan generar con la implementación del Proyecto.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
humanos que esta Ley y la Ley General de Protección Civil establecen. La Secretaría promoverá la emisión de las normas, lineamientos y manuales para fortalecer los procesos de resiliencia urbana y para las zonas metropolitanas. Asimismo, promoverá en las entidades federativas y en los municipios, la elaboración de guías de resiliencia urbana y metropolitana que permitan la identificación de riesgos y recursos para la recuperación de contingencias catastróficas.	En su momento, se elaborará el correspondiente Programa de Prevención de Accidentes, el Programa Interno en materia de Protección Civil y se acudirá con la autoridad competente en materia de prevención de riesgos través de medidas de protección civil y una estructura organizacional que se enfoca en la atención de emergencias y/o accidentes.

Con base en lo expuesto y las disposiciones en análisis, se puede afirmar la compatibilidad del Proyecto con la **LGAHOTDU**. Lo anterior es así, ya que como se puede ver en los apartados que componen este capítulo, han sido vinculados exhaustivamente los planes y programas de los diferentes órdenes de gobierno quedando demostrada la inexistencia de algún impedimento para su desarrollo.

III.3.8. Ley General de Protección Civil

La presente Ley fue publicada en el **DOF** el 6 de junio de 2012 y su última reforma el 20 de mayo de 2021. Es de orden público e interés social y tiene por objeto establecer las bases de coordinación entre los tres órdenes de gobierno en materia de protección civil. Los sectores privado y social participarán en la consecución de los objetivos de esta Ley, en los términos y condiciones que la misma establece. Los preceptos que se vinculan con el Proyecto se describen a continuación.

Tabla III.9. Vinculación con la Ley General de Protección Civil.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 38. Los Programas Especiales de Protección Civil son el instrumento de planeación y operación que se implementa con la participación corresponsable de diversas dependencias e instituciones ante un peligro o riesgo específico derivado de un agente perturbador en un área o región determinada que involucran a grupos de población específicos y vulnerables, y que por las características previsibles de los mismos, permiten un tiempo adecuado de planeación, con base en las etapas consideradas en la Gestión Integral de Riesgos.	El Proyecto elaborará el correspondiente Programa de Prevención de Accidentes y el Programa Interno en materia de Protección Civil para el desarrollo del Proyecto, observando así todos los requerimientos establecidos por la autoridad competente tanto en el ámbito estatal como en el municipal. En este sentido, a través del mismo, se establecerán las medidas requeridas y necesarias de prevención y atención, que, en su caso, pudiesen llegar a suscitarse. Asimismo, se acudirá ante la autoridad competente en materia de protección civil, a efecto de obtener los vistos buenos correspondientes.
Artículo 39. El Programa Interno de Protección Civil se lleva a cabo en cada uno de los inmuebles para mitigar los riesgos previamente identificados y estar en condiciones de atender la eventualidad de alguna emergencia o desastre. Las instituciones o los particulares, de acuerdo a su presupuesto autorizado o posibilidad económica, podrán incorporar las innovaciones tecnológicas, digitales o virtuales, en la elaboración y difusión del	

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Programa Interno de Protección Civil, así como para su vinculación con los Atlas de Riesgos. Para la implementación del Programa Interno de Protección Civil cada instancia a la que se refiere el artículo siguiente, deberá crear una estructura organizacional específica denominada Unidad Interna de Protección Civil que elabore, actualice, opere y vigile este instrumento en forma centralizada y en cada uno de sus inmuebles. […]	
Artículo 40. Los inmuebles e instalaciones fijas y móviles de las dependencias, entidades, instituciones, organismos, industrias o empresas pertenecientes a los sectores público, privado y social, a que se refiere el Reglamento de esta Ley, deberán contar con un Programa Interno de Protección Civil. Dicho programa deberá ser elaborado, actualizado, operado y vigilado por la Unidad Interna de Protección Civil, la que podrá ser asesorada por una persona física o moral que cuente con el registro actualizado correspondiente, de acuerdo con lo que se establece en el artículo 11 de esta Ley. El contenido y las especificaciones de este tipo de programas, se precisarán en el Reglamento	

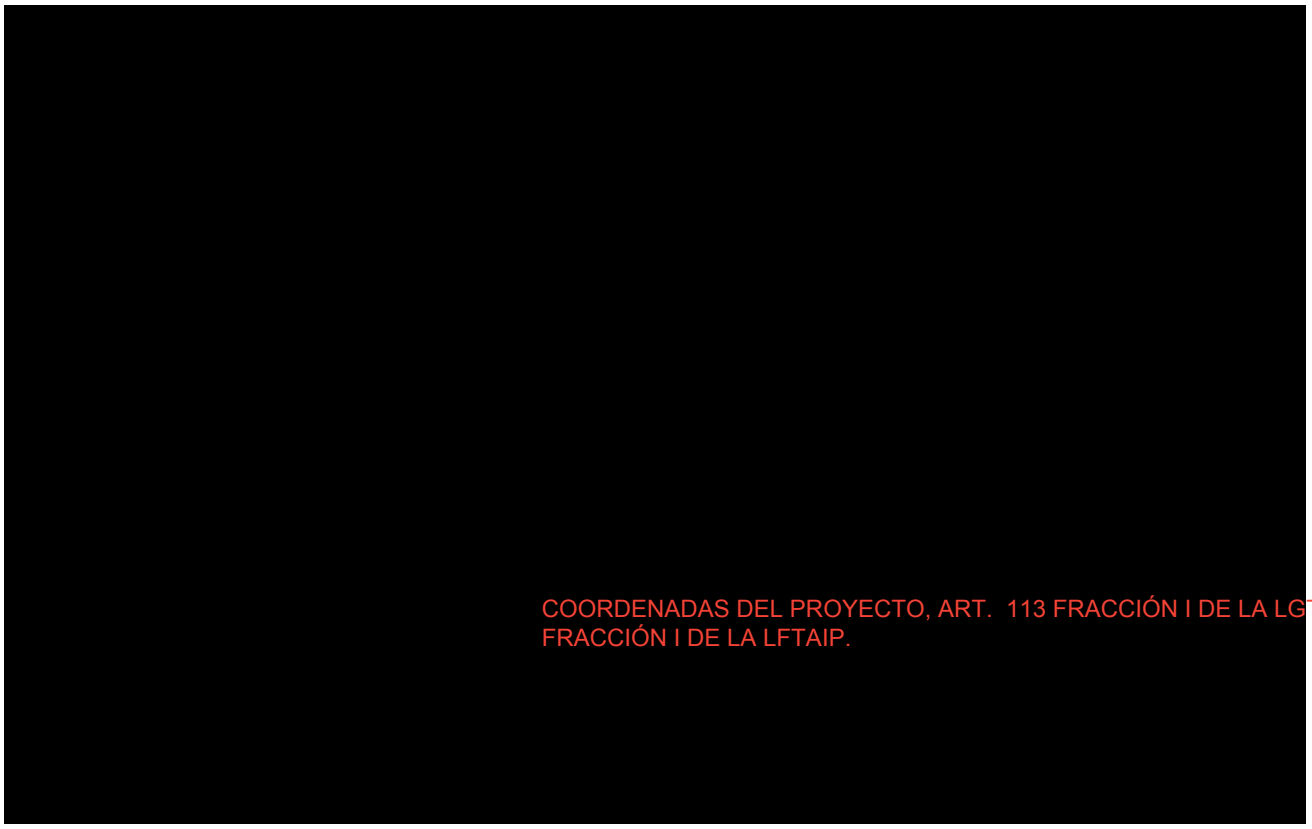
Con base en lo ya expuesto, se estima ha quedado demostrada la compatibilidad del Proyecto con este ordenamiento, pues como ya se ha precisado, se elaborará el correspondiente Programa de Prevención de Accidentes y el Programa Interno en materia de Protección Civil.

III.3.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos Artísticos e Históricos

La Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas Artísticos e Históricos (**LFMZAH**) se publicó en el **DOF** el 6 de mayo de 1972, y su última reforma el 16 de febrero de 2018. Esta Ley tiene por objeto regular la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.

En este sentido, debe de hacerse hincapié en que tanto el área del Proyecto como el **AI** fueron analizados con la información cartográfica de la base de datos oficial de las zonas arqueológicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia (**INAH**) (Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicos e Históricos) y, como resultado de ello, se identificaron cuatro sitios registrados, tres se ubican en el estado de Chihuahua y uno en el estado de Sonora, ninguno de ellos guarda incidencia con la trayectoria de ducto. Esto tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura III.3. Ubicación del Proyecto en relación con los monumentos y zonas arqueológicas competencia del Instituto Nacional de Antropología e Historia.



No obstante a lo anterior, previo a las actividades de construcción, se llevará a cabo la prospección arqueológica y liberación del trazo por especialistas del **INAH**, para evitar cualquier afectación al patrimonio arqueológico que pudiera existir en el trazo del Proyecto.

III.3.10. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos

Publicada el 11 de agosto de 2014 y vigente a partir del 02 de marzo de 2015, tiene por objeto crear la **ASEA**. Este ordenamiento jurídico dispone, en lo que interesa lo siguiente:

Tabla III.10. Vinculación con la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 2o.- La actuación de la Agencia se regirá por los principios de eficacia, eficiencia, honestidad, imparcialidad, objetividad, productividad, profesionalización, transparencia, participación social y rendición de cuentas. […] En el ejercicio de sus funciones, tomará en consideración criterios de sustentabilidad y de desarrollo bajo en emisiones, así como atenderá lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados y demás ordenamientos aplicables.	En relación con dicho preceptos, es que se somete a consideración de esa H. Autoridad la **MIA-R** y el **ERA**, solicitando que previos trámites de ley se apruebe el proyecto en materia de impacto ambiental y riesgo. De igual forma, se destaca que en su momento se presentarán los **ETJ**s para aquellas superficies del Proyecto que así lo requieran.
[…] Artículo 5o.- La Agencia tendrá las siguientes atribuciones: […] XVIII. Expedir, suspender, revocar o negar las licencias, autorizaciones, permisos y registros en materia ambiental, a que se refiere el artículo 7 de esta Ley, en los términos de las disposiciones normativas aplicables." Artículo 7o.- Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o., serán los siguientes: Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos […] […] VII. Autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en términos del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y de su Reglamento, y […]	

El presente Proyecto se vincula con los preceptos anteriormente citados, en el entendido que el mismo se presenta ante la autoridad competente y para su evaluación cumple con los ordenamientos jurídicos citados en dicha Ley.

III.4. Reglamentos Federales

III.4.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El **REIA** se publicó en el **DOF** el 30 de mayo del 2000 y su última reforma el 31 de octubre de 2014. Tiene por objeto reglamentar la **LGEEPA** en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel

federal y establece las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental. En tal sentido, el Proyecto se vincula con el **REIA** de la siguiente manera:

Tabla III.11. Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: C) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS: Construcción de oleoductos, gasoductos, carboductos o poliductos para la conducción, distribución o transporte por ductos de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales. […] O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: […] III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.	En cumplimiento con este precepto, la Promovente elaboró la presente **MIA-R** y su **ERA**, lo anterior, en virtud de que se pretende la instalación de un ducto para el transporte de gas natural. En este sentido, para la elaboración del presente documento la Promovente siguió todas las especificaciones establecidas en la normatividad, así como en las respectivas guías para su elaboración emitidas por la **SEMARNAT** y esa **Agencia**, reflejando su compatibilidad con los componentes ambientales que se encuentran dentro del sitio del Proyecto. Asimismo, es de señalar que en su momento, el Proyecto se someterá a autorización en materia de **CUSTF**, considerando que con su desarrollo se pretende remover aproximadamente 1,905.0688 has de vegetación forestal para el derecho de vía. Cabe señalar que conforme avance la ingeniería del Proyecto y la liberación de los derechos de vía complementarios a los que ya se tienen, se someterá a autorización de esa Agencia en materia de **CUSTF** la huella definitiva a través del **ETJ** correspondiente para las áreas adicionales que así lo requieran.
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;	Cumpliendo con este precepto, la Promovente elaboró la **MIA-R** acatando lo establecido en el mismo, observando las formalidades de información solicitada en los ocho capítulos que lo integran. En este sentido, el estudio que se somete a evaluación cumple con todos y cada uno de los apartados que indica este precepto.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	

Tomando en cuenta lo previsto en el **REIA**, se considera que el Proyecto no encuentra limitante alguna para su realización; esto, considerando que para su desarrollo se ajustará a lo previsto en este ordenamiento legal.

III.4.2. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (**RLGDFS**) se publicó en el **DOF** el 9 de diciembre de 2020. Dicho ordenamiento tiene por objeto reglamentar la **LGDFS** en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

Dicho Reglamento establece, entre otros aspectos, el procedimiento para solicitar la Autorización de **CUSTF**, así como el contenido que deberán tener los **ETJ** que se elaboren para tal efecto.

Tabla III.12. Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 141.-Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;	En cumplimiento de lo dispuesto por estos preceptos, el Proyecto se someterá a autorización en materia de **CUSTF**, considerando que con su desarrollo se pretende remover aproximadamente 1,979.39 has de vegetación forestal. Los correspondientes **ETJ** se presentarán siguiendo los lineamientos y formatos establecidos por esa Secretaría, adjuntando para tal efecto la documentación pertinente. Cabe señalar que conforme avance la ingeniería del Proyecto y la liberación de los derechos de vía complementarios a los que ya se tienen, se someterá a autorización de esa Agencia en materia de **CUSTF** la huella definitiva a través del **ETJ** correspondiente para las áreas adicionales que así lo requieran.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.	

De lo anteriormente expuesto, se desprende que el Proyecto es congruente con lo previsto en el **RLGDFS**, pues como se ha señalado, en cumplimiento con lo dispuesto por los preceptos legales

revisados, la promovente preparará y someterá a consideración de esa Agencia los **ETJ** correspondientes.

III.4.3. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

El Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (**RLGVS**) se publicó en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma el 9 de mayo de 2014. Tiene por objeto reglamentar la **LGVS**, por lo cual ofrece algunas definiciones adicionales a las ya enunciadas en la Ley, asimismo contiene disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Los preceptos del **RLGVS** que se relacionan con el **Proyecto** analizaron a continuación.

Tabla III. 13. Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 12.- Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría […]	El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; y, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área de Proyecto, a través de la instrumentación de los siguientes programas: Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Educación Ambiental.

De lo anterior, se desprende que el Proyecto es compatible con lo previsto en el **RLGVS**, pues el mismo con la intención de no afectar la vida silvestre en el sitio, implementará diversas medidas de mitigación y compensación de manera congruente con el marco regulatorio actual.

III.4.4. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (**RLGEPEGIR**) se publicó en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma del 31 de octubre de 2014. Tiene por objeto reglamentar la **LGPGIR** y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce soberanía y jurisdicción. A continuación, se realiza la vinculación del Proyecto con los preceptos aplicables del **RLGPGIR**.

Tabla III.14. Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración,	Para la gestión integral de los **RP, RSU** y **RME**, el Promovente elaborará el Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual se ajustará a la normatividad aplicable.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
formulación en implementación de un plan de manejo de residuos; […] II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución podrán ser: a) Individuales, aquellos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere […]	
Artículo 17.- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos. La adhesión a un plan de manejo establecido se realizará de acuerdo a los mecanismos previstos en el propio plan de manejo, siempre que los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él.	Se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se elaborará conforme a lo establecido en la **LGEPEGIR**, su Reglamento, la **NOM-001-ASEA-2019** y las Disposiciones expedidas por **ASEA** en esta materia.
Artículo 24. Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al procedimiento descrito en este artículo. […]	De ser necesario para el Proyecto, el promovente registrará el plan de manejo para los residuos que genere conforme a esta disposición.
Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso y se manejará como tal cuando se transfiera.	El Proyecto contempla la implementación de acciones tendientes a evitar derrames o fugas de **RP**. Sin embargo, en caso de suscitarse algún percance, se manejará como se establece en este y otros preceptos normativos.
Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán: **I.** Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; **II.** Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; **III.** Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;	En cumplimiento a este precepto y como parte de las acciones para el manejo adecuado de los residuos generados por las actividades del Proyecto se contempla la identificación de los residuos y separación de los mismos atendiendo a sus características. En este sentido, los **RP** se organizarán con base en sus características, para tal efecto, todos los residuos se acopiarán en contenedores físicamente adecuados y herméticos que estén rotulados para su identificación. Asimismo, de acuerdo a su categoría, los **RP** se almacenarán temporalmente en un área destinada para este fin específico. Así, los mismos, se dispondrán para su tratamiento a una empresa autorizada para tal actividad, la cual entregará los reportes (manifiestos) correspondientes de la cantidad de **RP** que se sometieron a tratamiento y se les dio tratamiento de forma adecuada.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables; **V.** Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley; **VI.** Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autoricé en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable; **VII.** Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes; **VIII.** Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos	Bajo lo anterior, el manejo de los residuos generados por las actividades del Proyecto, será de forma integral y conforme a las disposiciones que marcan la Ley y su Reglamento.
Artículo 71.- Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán: I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos: a) Nombre del residuo y cantidad generada; b) Características de peligrosidad; c) Área o proceso donde se generó; d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos; e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior; f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y g) Nombre del responsable técnico de la bitácora. La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.	Se elaborará una bitácora para el registro de los **RP** generados durante la construcción y operación del Proyecto y, que cumplirá con los requisitos señalados en este artículo.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: **Fracciones:** I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento. **a)** Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados; **b)** Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; **c)** Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados; **d)** Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño; **e)** Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia; **f)** Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados; **g)** Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles; **h)** El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y **i)** La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical. II. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la Fracción I de este artículo. **a)** Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de	El sitio de almacenamiento de **RP** dentro de las superficies del Proyecto en las etapas de construcción y operación y mantenimiento, contará con las especificaciones de ubicación, señalización, instalaciones, contenedores, materiales y demás características que establezcan las normas y legislación aplicable, siendo congruente con este precepto.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, **b)** Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados; **c)** En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y **d)** En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento. En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.	
Artículo 91.- La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en: I. Confinamiento controlado, y II. Confinamiento en formaciones geológicamente estables.	El Promovente se asegurará de que el tercero que, en su caso, se contrate para realizar la disposición final de los residuos, esté autorizado por la Secretaría y se haga responsable de su parte en el proceso.

En función de lo anteriormente expuesto, se desprende que el Proyecto dará un correcto tratamiento a los residuos que en su caso se genere con la realización del Proyecto. Por lo anterior, se considera que este es congruente con los preceptos previamente citados.

III.4.5. Reglamento de la Ley de Hidrocarburos

Publicado en el **DOF** el 31 de octubre de 2014, tiene por objeto regular los permisos para realizar las actividades de tratamiento y refinación de petróleo; procesamiento de gas natural; exportación e importación de hidrocarburos y petrolíferos; transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación, comercialización y expendio al público de hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, según corresponda, así como para la gestión de sistemas integrados, en términos del Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos. En este sentido, a continuación se presenta la vinculación con el mismo.

Tabla III.15. Vinculación con el Reglamento de la Ley de Hidrocarburos.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 79.-Los Asignatarios o Contratistas, así como los interesados en obtener un permiso o una autorización para desarrollar proyectos en la Industria de Hidrocarburos deberán presentar a la Secretaría, la Evaluación de Impacto Social a que se refiere el artículo 121 de la Ley.	En congruencia con este precepto, el Promovente preparó e ingresó el 16 de diciembre de 2022 la **EVIS** del Proyecto ante la **SENER**, quien a su vez determinará y, en su caso desahogará el procedimiento pertinente en materia de consulta previa, libre e informada.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
La Evaluación de Impacto Social tendrá validez durante la vigencia del proyecto, siempre y cuando este último no sufra modificaciones sustanciales. Las autorizaciones que soliciten los Asignatarios y Contratistas para realizar actividades dentro del Área de Asignación o el Área Contractual, no estarán sujetas a lo previsto en el presente artículo. Los interesados en obtener un permiso para realizar las actividades de comercialización de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos, no estarán sujetos a lo previsto en el presente artículo, siempre que no realicen obras o desarrollo de infraestructura.	

III.4.6. Reglamento de las Actividades a que se Refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos

Este ordenamiento fue publicado en el **DOF** el 31 de octubre de 2014 y tiene por objeto regular los permisos para realizar las actividades de tratamiento y refinación de petróleo; procesamiento de gas natural; exportación e importación de hidrocarburos y petrolíferos, y transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación, comercialización y expendio al público de hidrocarburos, petrolíferos o petroquímicos, según corresponda, así como para la gestión de sistemas integrados, en términos del Título Tercero de la **LH**. Los preceptos que son vinculantes con el Proyecto se muestran a continuación:

Tabla III.16. Vinculación con el Reglamento de las Actividades a que se Refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6.- La realización de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley requerirá de permiso en los términos de la misma y este Reglamento.	Como ya se ha precisado, el Proyecto pretende la instalación de infraestructura para el transporte de gas natural. En función de ello, acudirá a solicitar el permiso correspondiente ante la **CRE**.
Artículo 7.- Las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, comercialización, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, gestión de los Sistemas Integrados y Expendio al Público a que se refiere este Reglamento, deberán realizarse de manera eficiente, homogénea, regular, segura, continua y uniforme, en condiciones no discriminatorias en cuanto a su calidad, oportunidad, cantidad y precio.	Las actividades del Proyecto se realizarán de forma eficiente, homogénea, regular, segura, continua y uniforme tal y como lo establecen estos preceptos.
Artículo 30.- El Transporte de Hidrocarburos y Petrolíferos se podrá realizar por medio de Ductos, Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques o Buque-tanques. En el caso de Petroquímicos, sólo su Transporte por Ductos estará sujeto a permiso.	

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 44.- Los interesados en obtener los permisos a que se refiere el presente Reglamento, con la excepción de los permisos de importación y exportación de hidrocarburos y petrolíferos que se otorgarán con base en la Ley de Comercio Exterior, deberán presentar una solicitud a la Secretaría o la Comisión, según corresponda, que contenga los datos señalados en los artículos 50 y 51 de la Ley, así como anexar la Evaluación de Impacto Social a que se refiere el artículo 121 de la Ley, conforme al Reglamento de la Ley de Hidrocarburos. La Secretaría y la Comisión expedirán, mediante disposiciones administrativas de carácter general, los formatos y las especificaciones, en su caso, de los requisitos a que se refieren los artículos 50, 51 y 121 de la Ley, para cada actividad permisionada.	En congruencia con este precepto, el Promovente preparó e ingresó el 16 de diciembre de 2022 la **EVIS** del Proyecto ante la **SENER**, quien a su vez determinará la pertinencia de la misma para la actividad.
Artículo 52.- Los titulares de los permisos a que se refiere el presente Reglamento estarán obligados a contratar y mantener vigentes los seguros por daños, incluyendo aquéllos necesarios para cubrir los daños a terceros, y acreditar dicha contratación en los términos que establezcan las disposiciones administrativas de carácter general que al efecto emitan la Secretaría y la Comisión, en el ámbito de sus competencias, para hacer frente a las responsabilidades en que pudieran incurrir por las actividades permisionadas.	La promovente mantendrá vigente todos los seguros de daños que requiera para el desarrollo del Proyecto.
Artículo 54.- Los Permisionarios deberán presentar a la Secretaría o la Comisión, según corresponda, la información relativa a sus actividades para fines de regulación. La Secretaría y la Comisión, de acuerdo con sus respectivas competencias, expedirán disposiciones administrativas de carácter general que contendrán, para cada actividad permisionada, los formatos y especificaciones para que los permisionarios cumplan con las obligaciones a que se refieren los artículos 50, fracciones IV y V, y 84 de la Ley.	La promovente presentará la información correspondiente en donde se especifique el desarrollo de actividades de transporte, de conformidad con lo dispuesto en este precepto

En mérito de lo ya expuesto, se considera ha quedado demostrada la compatibilidad del Proyecto con este ordenamiento, pues como ya se ha precisado, se solicitará el título habilitante correspondiente.

III.5. Leyes Estatales

III.5.1 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua

La Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua (**LEEPACH**) fue publicada en el Periódico Oficial del Estado (**POE**) No. 38 del 12 de mayo de 2018 y es reglamentaria

del artículo 4º de la **CPEUM**, y tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y saludable. Son objetivos de esta Ley, entre otros, preservar y restaurar el equilibrio ecológico y mejoramiento del ambiente, de los ecosistemas y bienes del Estado, prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo, y la protección, conservación y regeneración de la flora y fauna silvestre comprendida en el territorio de la Entidad, tanto en sus porciones terrestres como acuáticas. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.17. Vinculación con la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 30. El ordenamiento ecológico es un instrumento de política ambiental que tiene por objeto definir y regular los usos de suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades productivas, para que sea compatible la conservación de la biodiversidad con el desarrollo regional, para lo cual se considerarán: (…) V. El impacto ambiental en la realización de obras públicas y privadas, que impliquen el aprovechamiento de los recursos naturales o que pueden influir en la localización de las actividades productivas.	En el desarrollo del Proyecto se respetará y cumplirá con lo previsto en los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (**POET**). De manera particular, de la revisión realizada en la base de datos de la **SEMARNAT**, así como de la **SEDUE**, se desprende que hoy en día no existe un ordenamiento ecológico del territorio expedido para el Estado de Chihuahua. En este sentido, únicamente se han publicado los ordenamientos ecológicos de los municipios de Chihuahua y Juárez, los cuales no le resultan aplicables al Proyecto, por lo que, no existen directrices, tanto en materia estatal como local, que se vinculen con el desarrollo del ducto.
Artículo 98. Las Áreas Naturales Protegidas a que se refiere el presente Capítulo, serán materia de preservación ecológica, para los propósitos, efectos y modalidades que en la presente Ley, su Reglamento y demás disposiciones legales se precisen. Quienes acrediten la propiedad, posesión o titulares de derechos sobre tierras, aguas y demás bienes comprendidos dentro de Áreas Naturales Protegidas deberán sujetarse a las restricciones que establezcan los decretos o certificados por los que se constituyan dichas áreas, así como a las demás previsiones contenidas en el programa de manejo o estudio técnico y en concordancia con los programas de ordenamiento ecológico aplicables.	De la revisión realizada a las bases de datos oficiales de las **ANP** federales, estatales y municipales, se obtuvo que, tanto el trazo del Proyecto, como su derecho de vía (**DDV**) no incide en ninguna **ANP**. Las **ANP** de competencia estatal más cercanas son la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Abelardo Rodríguez Luján (El Molinito)” ubicada a 116.01 km y “Arivechi - Cerro Las Conchas”, localizada a 128.86 km del Proyecto; por lo que, no se identifican restricciones en materia de **ANP** estatales que se vinculen con el desarrollo del ducto.
Artículo 131. Se prohíbe emitir a la atmósfera contaminantes, tales como humos, polvos, gases, vapores y olores, que rebasen los límites máximos permisibles contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental y en las disposiciones reglamentarias que se expidan por el Ejecutivo del Estado y los municipios.	Durante el desarrollo del Proyecto se verificará que las emisiones que en su caso se generen por parte de los contratistas, se mantengan dentro de los parámetros exigidos en las **NOM** en materia ambiental y en las disposiciones reglamentarias que se expidan por el Ejecutivo del Estado y los municipios. Asimismo, se implementará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinarias y equipos, los cuales se someterán
Artículo 137. Queda prohibida la circulación de automotores que emitan contaminantes, cuyos niveles de emisión a la atmósfera rebasen los	

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
máximos permisibles establecidos en las normas aplicables. La autoridad correspondiente podrá limitar la circulación de cualquier vehículo automotor que circule en el Estado, a fin de prevenir y reducir las emisiones contaminantes, conforme a lo previsto por el Programa de Verificación Vehicular y, en su caso, los reglamentos municipales que se emitan al respecto.	periódicamente a verificación vehicular, conforme a los programas y reglamentos vigentes.
Artículo 142. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua de competencia estatal o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, aguas que contengan contaminantes que rebasen los límites permisibles establecidos en las normas, sin previo tratamiento y sin el permiso o autorización de los municipios o las Juntas Municipales de Agua y Saneamiento.	El Proyecto no contempla la descarga de aguas a cuerpo o corriente de agua de competencia estatal o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, pues se instalarán sanitarios portátiles para los diferentes frentes de trabajo. Así también, el agua utilizada para las pruebas hidrostáticas se dispondrá en un sitio autorizado, con lo cual se evitará el deterioro de la calidad del agua de la zona en donde se realizará.
Artículo 150. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, olores, radiaciones electromagnéticas, energía térmica y lumínica, que rebasen los límites máximos contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas, en las Normas Técnicas Ambientales y en las disposiciones reglamentarias que se expidan por el Estado y los municipios considerando los valores de máximos permisibles para el ser humano, de contaminantes en el ambiente que determine la autoridad competente (…).	De conformidad con lo anterior, en el desarrollo del Proyecto, se verificará que las emisiones de ruido, vibraciones, olores, radiaciones electromagnéticas, energía térmica y lumínica no rebasen los límites máximos contenidos en las **NOM**, en las Normas Técnicas Ambientales (**NTA**) y en las disposiciones reglamentarias estatales y municipales.
Artículo 181. Para la protección y aprovechamiento racional del suelo, se considerarán los siguientes criterios: I. El uso de los suelos debe hacerse de manera que estos mantengan su vocación natural, integridad física y su capacidad productiva. II. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que produzcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos. III. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán implementarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida de la vegetación; principalmente en zonas con pendientes pronunciadas**.** IV. La realización de obras o actividades que puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir medidas de mitigación, compensación y/o restauración.	Los criterios ambientales indicados en el presente artículo se consideran de manera específica en la presente **MIA-R**. En cumplimiento de este precepto legal se implementará un Programa de Conservación de Suelos, el cual se detalla en el Capítulo VI de la presente **MIA-R**, y en el que se proponen las medidas de protección al suelo para evitar su erosión y para que mantengan su vocación natural, integridad física y su capacidad productiva.

En mérito de lo ya expuesto, se considera que el Proyecto es compatible con este ordenamiento, puesto que prevé medidas para evitar la contaminación y para la protección de los bienes ambientales de competencia estatal.

III.5.2. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua

La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua (**LDFSCH**) fue publicada en el **POE** No. 85 del 24 de octubre de 2018. La **LDFSCH** tiene por objeto establecer los lineamientos generales para la conservación, protección, inspección, vigilancia, sanción, restauración, producción, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales en el Estado de Chihuahua. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.18. Vinculación con la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 56. La Secretaría, en coordinación con la Federación, así como los municipios en el ámbito de su competencia, promoverán programas tendientes a la forestación, reforestación y revegetación de los terrenos idóneos para tal fin.	La Promovente, en el momento que someta a evaluación los **ETJ** para el **CUSTF**, buscará incidir y apoyar las acciones derivadas de los programas de reforestación y forestación que, en su caso, se encuentre aplicando la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del estado de Sonora.

III.5.3. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua

La Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua (**LPGIRCH**) fue publicada en el **POE** No. 50 del 21 de junio de 2014 y entró en vigor el 6 de marzo de 2015. La **LPGIRCH** tiene por objeto regular la prevención, generación, valorización y gestión integral de los **RSU** y **RME** en el estado de Chihuahua. Son objetivos de esa Ley, entre otros, impulsar acciones a fin de lograr la prevención de la generación de **RSU** y **RME**, así como su adecuado manejo y gestión integral, fomentar la valorización, reutilización, reciclado y remanufactura de residuos, reducir la contaminación de sitios por el manejo de **RSU** y **RME**. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.19. Vinculación con la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto regular la prevención, generación, valorización y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se elaborará conforme a lo establecido en la **LGPGIR**, su Reglamento, la **NOM-001-ASEA-2019,** las Disposiciones expedidas por **ASEA** en esta materia, así como la normatividad estatal y municipal que resulte aplicable.
Artículo 15. Queda prohibido: I. Verter residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado,	Durante el desarrollo del Proyecto se prohibirá y establecerán medidas para evitar el vertimiento de residuos en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica, zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable. II. Incinerar residuos a cielo abierto. III. Abrir nuevos tiraderos a cielo abierto.	alcantarillado, etc. y lugares no autorizados por la legislación aplicable. Asimismo, no se incinerarán residuos a cielo abierto y abrirán tiraderos a cielo abierto.
Artículo 20. Los productores de bienes y los consumidores, serán responsables de disminuir, en la medida de sus posibilidades, la cantidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen.	Durante el desarrollo del Proyecto se procurarán medidas para la reducción del consumo de productos que eventualmente generen **RSU** y **RME**.
Artículo 22. Los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y quienes brinden servicios que involucren este tipo de residuos están obligados a: I. Procurar la reducción en el consumo de productos que eventualmente generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial. II. Informarse y aplicar las diversas posibilidades en cuanto a reutilización, reciclado y biodegradación de los residuos generados. III. Aplicar las medidas y prácticas de manejo que les ayuden a prevenir o reducir riesgos a la salud, el ambiente o los bienes al desechar residuos. IV. Realizar o destinar los residuos a actividades de separación, reutilización, reciclado o composta, con el fin de reducir la cantidad de residuos generados. (…) VII. Instalar depósitos separados de residuos, según su tipo, ... VIII. Participar en eventos educativos sobre residuos. IX. Cumplir con lo establecido en la normatividad federal, estatal y municipales en materia de residuos. (…)	Se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se elaborará conforme a lo establecido en la **LGPGIR**, su Reglamento, la **NOM-001-ASEA-2019,** las Disposiciones expedidas por **ASEA** en esta materia, así como la normatividad estatal y municipal que resulte aplicable. En cumplimiento de estos preceptos y como parte de las acciones para el manejo adecuado de los residuos generados por las actividades del Proyecto se contempla la identificación de los residuos y separación de los mismos atendiendo a sus características. Asimismo, se procurarán medidas para la reducción del consumo de productos que eventualmente generen **RSU** y **RME**.
Artículo 28.- Los generadores de residuos de manejo especial, además de las obligaciones señaladas en el artículo anterior, deberán: I.- Obtener autorización de la Secretaría; II.- Diseñar los planes de manejo de los residuos que generen y someterlos a la autorización de la Secretaría; III.- Llevar bitácoras en la que registren el volumen y tipo de residuos generados y la forma de manejo al que fueron sometidos; IV.- Llevar a cabo el manejo integral de sus residuos, de conformidad con las disposiciones de esta Ley; V.- Prevenir la contaminación de los suelos con los residuos que generen y, al cierre de operaciones, dejar libre de contaminación dichos suelos;	Se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se elaborará conforme a lo establecido en la **LGPGIR**, su Reglamento, la **NOM-001-ASEA-2019,** las Disposiciones expedidas por **ASEA** en esta materia, así como la normatividad estatal y municipal que resulte aplicable. Para la disposición final de los residuos se contratarán los servicios de empresas especializadas en el manejo y disposición final de **RSU** y **RME.**

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
VI.- Contratar a las empresas de servicio de manejo la realización de esta etapa, y VII.- Las demás que establezca la Secretaría, conforme a lo establecido en esta Ley y su Reglamento.	
Artículo 47. Los planes de manejo deberán considerar, entre otros, los aspectos siguientes: I. Delimitación clara y específica de los residuos que forman parte del plan de manejo y serán tratados conforme a dicho plan. II. Se demuestre que se cuenta con la infraestructura necesaria para manejar el residuo y que por sus características y cantidad generada se requiera facilitar su gestión o mejorar su manejo. III. Procedimientos ambientalmente adecuados de acopio, almacenamiento y transporte de los productos y residuos de un mismo tipo o compuestos de los mismos materiales, para su envío a reciclado, reutilización, tratamiento o disposición final, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y otros ordenamientos que de ella deriven o que resulten aplicables. (…) V. Listado de las partes que intervengan en su formulación e instrumentación. VI. Obligaciones y facultades según corresponda, de cada uno de los integrantes del plan de manejo.	Se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se elaborará conforme a lo establecido en la **LGPGIR**, su Reglamento, la **NOM-001-ASEA-2019,** las Disposiciones expedidas por **ASEA** en esta materia, así como la normatividad estatal y municipal que resulte aplicable.

Además de la vinculación expuesta, se reitera que los materiales pétreos que sean requeridos provendrán de bancos autorizados por las autoridades estatales competentes.

III.5.4 Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua

La Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua (**LAHOTDUCH**) fue publicada en el **POE** No. 79 del 2 de octubre de 2021y entró en vigor el 02 de noviembre de 2021. Las disposiciones de la **LAHOTDUCH** son de orden público e interés social y tienen por objeto, entre otros, establecer las disposiciones e instrumentos para ordenar el uso del territorio, la planeación y regulación de los asentamientos humanos, así como el desarrollo urbano en la entidad. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.20. Vinculación con la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 6. Son de utilidad pública y de beneficio social los actos tendientes a establecer provisiones, restricciones, estrategias, reservas, usos y destinos de suelo de las áreas y predios de los centros de	El Promovente se apegará a los preceptos establecidos en la **LAHOTDUCH** y a los contenidos en los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano a que se refiere esta Ley.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
población, contenidos en los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano a que se refiere esta Ley.	Asimismo, solicitará las licencias y autorizaciones que sean necesarias para el desarrollo del Proyecto en materia de ordenamiento territorial y desarrollo urbano.
Artículo 13. Corresponde a los municipios, de conformidad con el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, en el ámbito de sus respectivas competencias, las siguientes atribuciones: (…) IX. Otorgar las licencias y autorizaciones de su competencia, así como realizar la inspección y seguimiento correspondientes de: a) Ocupación, aprovechamiento y utilización del suelo público o privado, incluyendo las relativas a las acciones urbanísticas a que se refiere esta Ley. (…)	En relación con este precepto, el Proyecto cumplirá en todo momento con lo establecido en los **PDU** en los que incide, destacándose que para el estado de Chihuahua, la revisión de las bases de datos oficiales, así como las consultas realizadas a través de transparencia, no encontró información sobre los **PDU** de los municipios en los que incide el Proyecto. En tal sentido, se contactará a las autoridades municipales con la finalidad de confirmar la compatibilidad del Proyecto los programas de ordenamiento territorial y urbano.
Artículo 37. El ordenamiento territorial y la planeación de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano en la Entidad, se llevará a cabo a través de: I. El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. II. Los Programas Regionales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. III. Los Planes de Zonas Metropolitanas y Áreas Conurbadas. IV. Los Planes Municipales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. V. Los Planes de Desarrollo Urbano de Centros de Población. VI. Los Planes Parciales de Desarrollo Urbano. VII. Los Programas Sectoriales de Desarrollo Urbano. VIII. Los Planes Maestros de Desarrollo Urbano. IX. Los Esquemas de Planeación Simplificada y de centros de servicios rurales.	En relación con este precepto, el Proyecto cumplirá en todo momento con lo establecido en los **PDU** en los que incide, destacándose que para el estado de Chihuahua, la revisión de las bases de datos oficiales, así como las consultas realizadas a través de transparencia, no encontró información sobre los programas estatales, regionales y los **PDU** de los municipios en los que incide el Proyecto. En tal sentido, se contactará a las autoridades municipales con la finalidad de confirmar la compatibilidad del Proyecto los programas de ordenamiento territorial y urbano.
Artículo 82. Las áreas y predios urbanos o rurales, cualquiera que sea su régimen jurídico, están sujetos a las disposiciones que en materia de ordenamiento territorial, ecológico y de desarrollo urbano dicten las autoridades conforme a esta Ley y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Como se ha mencionado anteriormente, el Proyecto previo a la realización de cualquier actividad tramitará y obtendrá las licencias, permisos, dictámenes y autorizaciones necesarias en materia de desarrollo urbano con la finalidad de cumplir con la normativa en materia.
Artículo 83. Las personas propietarias o poseedoras de áreas o predios, incluyendo las dependencias y entidades públicas que pretendan realizar una acción urbana en el territorio del Estado,	Las licencias, permisos, dictámenes y autorizaciones en materia de desarrollo urbano que sean necesarias para el desarrollo del Proyecto, se obtendrán de manera previa al inicio de cualquier

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
deberán obtener las autorizaciones que para su uso o aprovechamiento sean necesarias, de acuerdo con esta Ley, la reglamentación y los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano vigentes. Estas autorizaciones se deberán obtener de manera previa al inicio de cualquier acción u obra en las áreas, predios o inmuebles en los que se pretenda llevar a cabo la acción urbanística.	acción u obra en las áreas, predios o inmuebles en los que se pretenda llevar a cabo los trabajos.

III.5.5. Ley del Agua del Estado de Chihuahua

La Ley del Agua del Estado de Chihuahua (**LACH**) fue publicada en el **POE** No. 24 del 24 de marzo de 2021. Las disposiciones de la **LCCCH** son de orden público e interés social y tienen por objeto regular en el Estado de Chihuahua la participación de las autoridades estatales y municipales, en el ámbito de sus competencias, en la planeación, administración, manejo y conservación del recurso agua. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.21. Vinculación con la Ley del Agua del Estado de Chihuahua.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 55. Se prohíbe verter a las redes de alcantarillado desechos tóxicos, sólidos o líquidos o de cualquier otro tipo, que sean resultado de procesos industriales, comerciales, domésticos o clasificados como peligrosos.	El Proyecto no contempla la descarga de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, pues se instalarán sanitarios portátiles para los diferentes frentes de trabajo. Así también, el agua utilizada para las pruebas hidrostáticas se dispondrá en un sitio autorizado, con lo cual se evitará el deterioro de la calidad del agua de la zona en donde se realizará.
Artículo 56. Las descargas de aguas residuales resultantes de procesos industriales, comerciales y domésticos que requieran conectarse a las redes de alcantarillado, se sujetarán a los límites permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas y demás normatividad aplicable. Las aguas residuales que contengan sustancias tóxicas o cualquier otro tipo de carga contaminante arriba de los parámetros permisibles, deberán ser tratadas antes de ser vertidas a las redes o cauces de jurisdicción estatal.	
Artículo 81. El aprovechamiento de las aguas de jurisdicción estatal, ya sea por particulares, dependencias o entidades de la administración pública federal, estatal o municipal, se realizará previa autorización otorgada por el Poder Ejecutivo del Estado, a través de la Junta Central, en los términos de esta Ley, de su Reglamento y de los lineamientos contenidos en el título de concesión expedido.	El Proyecto no prevé la utilización de aguas de jurisdicción estatal para su desarrollo. En el caso que se requieran, se solicitará el permiso correspondiente en los términos de esta Ley, de su Reglamento y de los lineamientos contenidos en el título de concesión expedido.

III.5.6. Ley de Protección Civil del Estado de Chihuahua

La Ley de Protección Civil del Estado de Chihuahua (**LPCCH**) fue publicada en el **POE** No. 68 del 26 de agosto de 2015. Las disposiciones de la **LPCCH** son de orden público e interés social y tienen

por objeto regular las actividades y programas de protección civil en la entidad, las cuales son de carácter obligatorio para autoridades, organizaciones, dependencias e instituciones estatales de los sectores público, privado, social y, en general, para los habitantes del Estado de Chihuahua; y en los términos de las disposiciones federales aplicables, para los funcionarios de la administración pública federal radicados en el Estado. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.22. Vinculación con la Ley de Protección Civil del Estado de Chihuahua.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 8.- El Sistema Estatal de Protección Civil, parte integrante del Sistema Nacional, será organizado por el Ejecutivo del Estado por conducto de la Secretaría General de Gobierno, y tendrá como fin prevenir, proteger y salvaguardar a las personas, los bienes públicos, privados y el entorno ante la posibilidad de un siniestro o desastre, producido por causa de origen natural o humano.	El Proyecto elaborará el correspondiente Programa de Prevención de Accidentes y el Programa Interno en materia de Protección Civil para el desarrollo del Proyecto, y acudirá ante la autoridad competente en materia de protección civil, a efecto de obtener los vistos buenos correspondientes.
Artículo 52. Los inmuebles e instalaciones fijas y móviles de las dependencias, entidades, instituciones, organismos, industrias o empresas pertenecientes a los sectores público, privado y social, deberán contar con un Programa Interno de Protección Civil, de conformidad con lo establecido en la Ley General de Protección Civil.	El Promovente elaborará el correspondiente Programa de Prevención de Accidentes y el Programa Interno en materia de Protección Civil para el desarrollo del Proyecto, donde se establecerán las medidas requeridas y necesarias de prevención y atención a los eventos que pudiesen llegar a suscitarse.
Artículo 58. Los responsables de la administración y operación de las actividades señaladas en los artículos anteriores, deberán cumplir con la integración de las unidades internas conformadas con su respectivo personal, garantizando la adecuada participación de los brigadistas en caso necesario.	Durante el desarrollo del Proyecto se integrarán las unidades internas de protección civil de acuerdo con la legislación aplicable, conformadas con su respectivo personal, garantizando la adecuada participación de los brigadistas en caso necesario.

III.5.7 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora

La Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora (**LEEPAS**) fue publicada en el Boletín Oficial del Estado (**BOE**) No. 25 sección VIII, de fecha 25 de septiembre de 2008 y ha sido reformada varias veces. Las disposiciones de la **LEEPAS** son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para el ordenamiento ecológico del territorio del Estado; la preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento, vigilancia y administración de las **ANP** de jurisdicción local; la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo en el territorio del Estado que no sean de jurisdicción federal; y el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales en el territorio del Estado que sean de jurisdicción local. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.1. Vinculación con la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 16.- El ordenamiento ecológico del territorio estatal se llevará a cabo a través de los programas de ordenamiento ecológico: I.- Estatal; y II.- Municipales.	En el desarrollo del Proyecto se respetará y cumplirá con lo previsto en los **POET**. De manera particular, en el estado de Sonora incide en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora (**POETS**); por tal motivo, en el presente capítulo se aborda de manera detallada el análisis de vinculación del Proyecto con las disposiciones prevista en este ordenamiento, con el objeto de demostrar su compatibilidad.
Artículo 47.- Se consideran áreas naturales protegidas: A) De jurisdicción estatal: I.- Los parques y reservas estatales; y II.- Las que tengan ese carácter conforme a las leyes. B) De jurisdicción municipal: I.- Las zonas de preservación ecológica de los centros de población; y II.- Las que tengan ese carácter conforme a las leyes.	Es de señalar que en el caso del estado de Sonora, el Proyecto no incide con algún **ANP** de competencia estatal o municipal.
Artículo 113.- Queda prohibido emitir contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones se deberán observar las disposiciones de esta ley y de los reglamentos que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas aplicables. Las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas serán responsables del cumplimiento de las disposiciones a que se refiere este artículo.	En el desarrollo del Proyecto se verificará que las emisiones que en su caso que generen por parte de los contratistas se mantengan dentro de los parámetros exigidos por la normatividad. De igual forma, se tramitará la **LAU** conforme a las emisiones que, en su caso, se generen por parte del Proyecto. De ser el caso, a través de la **COA**, se reportará el inventario de emisiones a la atmosfera.
Artículo 131.- Las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua de jurisdicción estatal o en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas y las condiciones particulares de descarga que en su caso fije la autoridad competente en los términos de la ley de la materia.	Es fundamental resaltar el hecho que la promovente en ningún momento descargará ningún tipo de agua residual al subsuelo o sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población. Todos los desechos que este genere así como las aguas residuales se dispondrán por terceros autorizados para su manejo, tratamiento y disposición final.
Artículo 139.- Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias, materiales o residuos contaminantes en los suelos, se sujetará a lo que disponga la Ley General, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas respectivas.	En cumplimiento de este precepto legal se implementará un Programa de Conservación de Suelos, el cual se detalla en el Capítulo VI de la presente **MIA-R**, y en el que se proponen las medidas de protección al suelo para evitar su erosión y para que mantengan su vocación natural, integridad física y su capacidad productiva.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 155.- Los planes de manejo y el manejo integral de los residuos observarán lo dispuesto en la presente ley, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones legales y administrativas aplicables. Los planes de manejo deberán contener la siguiente información básica: I.- Objetivos específicos y calendario de implantación del plan de manejo; II.- Inventario de sus residuos; III.- Definición de la estructura de manejo, jerarquía y definición de responsabilidades; IV.- Procedimientos usuales de manejo de residuos y propuesta para mejorar dicho manejo; V.- Mecanismos de seguimiento y evaluación del plan de manejo y sujetos responsables de estas acciones; y VI.- Datos de los responsables técnicos de la elaboración del plan de manejo.	Se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se elaborará conforme a lo establecido en la **LGPGIR**, su Reglamento, la **NOM-001-ASEA-2019,** las Disposiciones expedidas por **ASEA** en esta materia, así como la normatividad estatal y municipal que resulte aplicable. Para la disposición final de los residuos se contratarán los servicios de empresas especializadas en el manejo y disposición final de **RSU** y **RME.**
Artículo 171.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, olores, radiaciones electromagnéticas, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los criterios ecológicos aplicables	En cumplimiento con lo dispuesto por este artículo y las **NOM** aplicables, el ruido generado por los vehículos, maquinaria y equipos empleados durante la preparación del sitio y construcción, deberán de cumplir con las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos, con la finalidad de que el ruido generado cumpla con la normatividad. Para la operación y mantenimiento, no sobrepasarán los límites máximos permisibles establecidos por las **NOM-080-SEMARNAT-1994** y **NOM-081-SEMARNAT-1994**.

III.5.8. Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora

La Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora (**LFPDFSS**) fue publicada en el **BOE** No.48, sección I, de fecha 15 de diciembre de 2005. Las disposiciones de la **LFPDFSS** son de orden público e interés social y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del Estado de Sonora. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.2. Vinculación con la Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 57.- La Secretaría y los municipios separada o conjuntamente, promoverán programas tendientes a la forestación y reforestación.	La Promovente, en el momento que someta a evaluación los **ETJ** para el **CUSTF**, buscará incidir y apoyar las acciones derivadas de los programas de

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Para tal efecto la Secretaría y los municipios podrán celebrar convenios con instituciones públicas y privadas.	reforestación y forestación que en su caso se encuentre aplicando la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuacultura del estado de Sonora.

III.5.9. Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso en el estado de Sonora

La Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso en el estado de Sonora (**LRPMDFRS**) fue publicada en el **BOE** No. 33, sección VI, de fecha 26 de abril de 2021. Las disposiciones de la **LRPMDFRS** son de orden público e interés general y tienen por objeto fomentar y propiciar el desarrollo sustentable en el Estado, así como garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano, a través de la regulación de productos de plástico de un solo uso, de poliestireno expandido, los productos fabricados con plástico oxodegradable, las artes de pesca y los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.25. Vinculación con la Ley que regula la producción, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y productos plásticos de un solo uso en el estado de Sonora.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 9.- Los planes de manejo de residuos de manejo especial y de plásticos de un solo uso serán evaluados y aprobados por la Comisión y en el caso de residuos sólidos urbanos, por los Municipios. En el Estado, serán responsables de su elaboración y presentación a la autoridad competente, los sujetos referidos en la fracción III del artículo 28 de la Ley General. Su contenido se sujetará a lo previsto en esta Ley, la Ley General, Normas Oficiales Mexicanas en la materia y demás ordenamientos aplicables.	Se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se elaborará conforme a lo establecido en la **LGPGIR**, su Reglamento, la **NOM-001-ASEA-2019,** las Disposiciones expedidas por **ASEA** en esta materia, así como la normatividad estatal y municipal que resulte aplicable.
Artículo 24.- Del plástico de un solo uso: (…) II.- La producción, comercialización y uso de productos de poliestireno expandido o unicel; (…) VII.- Depositar residuos plásticos en contenedores no destinados para tales fines; VIII.- Mezclar residuos plásticos de un solo uso con basura orgánica;	Durante el desarrollo del Proyecto se procurarán medidas para la reducción del consumo de plásticos de un solo uso, así como productos que eventualmente generen **RSU** y **RME**. En cumplimiento de estos preceptos y como parte de las acciones para el manejo adecuado de los residuos generados por las actividades del Proyecto. se contempla la identificación de los residuos y separación de los mismos atendiendo a sus características. En consecuencia, se prohibirá y establecerán medidas para evitar la contaminación del suelo y la queda de residuos a cielo abierto, así como de tiraderos a cielo abierto. A tales fines, se implementará un Programa de Conservación de Suelos, el cual se detalla en el Capítulo VI de la presente **MIA-R**, y en el que se proponen las medidas de protección al suelo
Artículo 26.- Queda prohibido por cualquier motivo: I.- Depositar residuos sólidos urbanos o de manejo especial en lugares no autorizados por las autoridades competentes; (…) III.- El fomento o creación de basureros clandestinos; IV.- La dilución o mezcla de residuos sólidos urbanos o	

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
de manejo especial con líquidos para su vertimiento al sistema de alcantarillado, a cualquier cuerpo de agua o sobre suelos con o sin cubierta vegetal; V.- La mezcla de residuos sólidos urbanos o de manejo especial con residuos peligrosos … (…) VIII.- La contaminación del suelo; IX.- La quema a cielo abierto de residuos sólidos urbanos o de manejo especial; (…)	para evitar su erosión y para que mantengan su vocación natural, integridad física y su capacidad productiva.
Artículo 34.- Los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial tienen responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida, incluyendo dentro de éste su manejo, recolección, acopio, transporte, reciclaje, tratamiento o disposición final, de conformidad con lo establecido en esta Ley y demás ordenamientos aplicables.	Se contará con el Programa de Manejo Integral de Residuos, mismo que se elaborará conforme a lo establecido en la **LGPGIR**, su Reglamento, la **NOM-001-ASEA-2019,** las Disposiciones expedidas por **ASEA** en esta materia, así como la normatividad estatal y municipal que resulte aplicable.

III.5.10. Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora

La Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora (**LOTDUS**) fue publicada en el **BOE** No. 47 Sección IV, de fecha 11 de junio de 2018. Las disposiciones de la **LOTDUS** son de orden público e interés general y tienen por objeto, entre otros, establecer las normas, criterios e instrumentos de gestión conforme a las cuales se procederá a la regulación del proceso de desarrollo urbano y a la ordenación del territorio, control y fomento del suelo, en los municipios del Estado de Sonora. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.3. Vinculación con la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Sonora.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 4.- En términos de lo dispuesto en el artículo 27, párrafo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, son de interés público y de beneficio social los actos públicos tendentes a establecer provisiones, reservas, usos del suelo y destinos de áreas y predios de los centros de población, contenida en los programas de desarrollo urbano.	El Promovente se apegará a los preceptos establecidos en la **LOTDUS** y a los contenidos en los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano a que se refiere esta Ley. Asimismo, solicitará las licencias y autorizaciones que sean necesarias para el desarrollo del Proyecto en materia de ordenamiento territorial y desarrollo urbano.
Artículo 7. Corresponde a los municipios: (…) XXIV.- Expedir las autorizaciones, licencias o permisos de las diversas acciones urbanísticas con estricto apego a la normatividad aplicable, a los programas de desarrollo urbano y sus correspondientes reservas, usos del suelo y destinos de áreas y predios.	Como se ha mencionado anteriormente, el Proyecto previo a la realización de cualquier actividad tramitará y obtendrá las licencias, permisos, dictámenes y autorizaciones necesarias en materia de desarrollo urbano con la finalidad de cumplir con la normativa en materia.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
(…)	
Artículo 13.- La planeación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano y de los centros de población estará a cargo, de manera concurrente de la federación, el Estado y sus municipios, (…), a través de: I.- La Estrategia Estatal de Ordenamiento Territorial; II.- El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano; III.- Los programas regionales de ordenamiento territorial; IV.- Los programas de zonas metropolitanas y de zonas conurbadas; V.- Los programas municipales de desarrollo urbano; VI.- Los programas de desarrollo urbano de centros de población; VII.- Los programas de planeación simplificada; y	El Proyecto cumplirá en todo momento con lo establecido en los **POT** y los **PDU** en los que incide, destacándose que para el estado de Sonora, la revisión de las bases de datos oficiales del Sistema Estatal de Información para el Ordenamiento Territorial (**SEIOT**), se identificó que el Proyecto incide en el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (**PEOTDUS**), el Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica Caborca (**PROTC**) y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Libertad **(PDUPL**)**.** En el presente capitulo se describe la compatibilidad del Proyecto con dichos programas.
Artículo 47.- El ejercicio del derecho de propiedad, posesión o cualquier otro derivado de la tenencia de bienes inmuebles ubicados en los centros de población, se sujetará a las provisiones, reservas, usos y destinos que determinen las autoridades competentes en los programas de desarrollo urbano aplicable.	Como se ha mencionado anteriormente, el Proyecto previo a la realización de cualquier actividad tramitará y obtendrá las licencias, permisos, dictámenes y autorizaciones necesarias en materia de desarrollo urbano con la finalidad de cumplir con la normativa en materia.
Artículo 58.- Para el aprovechamiento del suelo urbano, ya sea por la acción de urbanización o edificación, se requerirá de licencia de uso de suelo expedida por la autoridad municipal, que tendrá por objeto autorizar de conformidad con los programas municipales de desarrollo urbano y programas de desarrollo urbano de los centros de población, el uso de suelo, la densidad de construcción, el coeficiente de ocupación, la altura máxima de la edificación, el alineamiento y el número oficial.	Como se ha mencionado anteriormente, el Proyecto previo a la realización de cualquier actividad tramitará y obtendrá las licencias necesarias en materia de desarrollo urbano, entre las que se encuentra la licencia de uso de suelo ante las autoridades municipales competentes.
Artículo 59.- La Secretaría dictaminará la congruencia con los programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, cuando se trate de llevar a cabo la instalación de aeropuertos, acueductos, poliductos y gasoductos; (…).	Asimismo, el Promovente previo a la realización de cualquier actividad, tramitará y obtendrá ante las autoridades estatales competentes, el dictamen de congruencia del Proyecto con los programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano en los que incide.
Artículo 60.- Los aprovechamientos de suelo que requieren dictamen de impacto regional emitido por la Secretaría son: (…). II.- Los ductos e instalaciones para el almacenamiento, procesamiento o distribución de petróleo, gasolina, diésel, combustóleo y gas, que	De la misma manera, el Promovente previo a la realización de cualquier actividad, tramitará y obtendrá ante las autoridades estatales competentes, el dictamen de impacto regional requerido para el desarrollo del Proyecto en el estado.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
se vayan a ubicar en dos o más municipios o cuyo depósito de almacenaje sea mayor o igual a 200,000 litros; (…)	
Artículo 61.- Para todo tipo de edificación en el territorio municipal se requerirá de licencia de construcción, expedida por la autoridad municipal, (…).	Como se ha mencionado, previo a cualquier actividad, se tramitará y obtendrá las licencias necesarias en materia de desarrollo urbano, entre las que se encuentra la Licencia de Construcción ante las autoridades municipales.
Artículo 62.- La autorización para la explotación de bancos de materiales para la construcción será expedida por los ayuntamientos respectivos (…)	Si se llegaran a requerir bancos de materiales en la entidad, se verificará que cuenten con la autorización expedida por los ayuntamientos respectivos.

III.5.11. Ley de Agua del Estado de Sonora

La Ley de Agua del Estado de Sonora (**LAS**) fue publicada en el **BOE** No. 51 Sección I, de fecha 26 de junio de 2006. Las disposiciones de la **LAS** son de orden público e interés social y regulan la participación de las autoridades estatales y municipales, así como de los sectores privado y social, en la planeación y programación hidráulica y la administración, manejo y conservación del agua, en la prestación de los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales, así como en la realización de los estudios, proyectos y obras relacionadas con los recursos hídricos en el marco del desarrollo sustentable del Estado. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.27. Vinculación con la Ley de Agua del Estado de Sonora.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 57.- La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas de jurisdicción estatal a que se refiere esta Ley, por los particulares o por las dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal o municipal, se realizará de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley y sus disposiciones reglamentarias.	El Proyecto no prevé la utilización de aguas de jurisdicción estatal para su desarrollo. En el caso que se requieran, se solicitará el permiso correspondiente en los términos de esta Ley, de su Reglamento y de los lineamientos contenidos en el título de concesión expedido.
Artículo 64.- Las personas físicas o morales requieren de permiso de la Comisión para descargar en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en cuerpos receptores de jurisdicción estatal, en los términos que señale la presente Ley y sus disposiciones reglamentarias.	El Proyecto no contempla la descarga de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, pues se instalarán sanitarios portátiles para los diferentes frentes de trabajo. Así también, el agua utilizada para las pruebas hidrostáticas se dispondrá en un sitio autorizado, con lo cual se evitará el deterioro de la calidad del agua de la zona en donde se realizará. Si se requiere la descarga de aguas residuales en cuerpos receptores de jurisdicción estatal, se solicitará permiso de la Comisión en los términos de esa Ley y sus disposiciones reglamentarias.
Artículo 134.- Queda prohibido que los desechos tóxicos sólidos o líquidos productos de procesos industriales u otros clasificados como peligrosos conforme a las disposiciones aplicables, se eliminen por las redes de alcantarillado o sean vertidos en ríos, manantiales, arroyos, corrientes o canales localizados en el territorio del Estado de Sonora**.**	

III.5.12. Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora

La Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora (**LPCS**) fue publicada en el **BOE** No. 47, Sección IV; de fecha 11 de junio de 2018. Las disposiciones de la **LPCS** son de orden público e interés social y tienen por objeto, entre otros, establecer las normas, principios y políticas conforme a los cuales el Estado y los municipios deberán realizar las acciones de protección civil en la Entidad, con el fin de salvaguardar la integridad física de las personas, su patrimonio y el entorno, así como el funcionamiento de los servicios vitales y sistemas estratégicos, en los casos de riesgo, emergencias, siniestros o desastres. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla III.28. Vinculación con la Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 11.- El Sistema Estatal es el conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, normas, métodos, instrumentos, políticas, servicios, procedimientos y programas, que establecen corresponsablemente el Gobierno del Estado y los municipios con las autoridades federales, y con las organizaciones de los diversos grupos voluntarios, sociales y privados, y con los poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial, y organismos constitucionalmente autónomos, a fin de efectuar acciones coordinadas en materia de protección civil.	El Proyecto elaborará el correspondiente Programa de Prevención de Accidentes y el Programa Interno en materia de Protección Civil para el desarrollo del Proyecto, y acudirá ante la autoridad competente en materia de protección civil, a efecto de obtener los permisos y anuencias correspondientes.
Artículo 65.- Los propietarios, poseedores, administradores o encargados de establecimientos, edificaciones o inmuebles que por su uso y destino concentren o reciban una afluencia masiva de personas, o que representen un riesgo para la población, están obligados a contar con una Unidad Interna y a elaborar un Programa Interno, en los términos de esta Ley y su Reglamento. Dicho Programa Interno deberá ser presentado ante las autoridades de protección civil competentes para su dictamen y, en su caso, aprobación y deberá revalidarse anualmente. Las personas físicas, morales, dependencias de la administración pública estatal y municipal que por sus actividades o excepcionalmente manejen, almacenen, transporten, distribuyan y utilicen materiales peligrosos, hidrocarburos, combustibles y explosivos en la entidad, deberán de presentar ante la Coordinación Estatal el correspondiente Programa Interno de Protección Civil y la conformación de la Unidad Interna de Protección Civil. Asimismo, las personas indicadas en los párrafos anteriores de este artículo, y el artículo 71 de esta ley, están obligadas a presentar un dictamen técnico o peritaje estructural, cuando a consideración de las	El Promovente elaborará el correspondiente Programa de Prevención de Accidentes y el Programa Interno en materia de Protección Civil para el desarrollo del Proyecto, donde se establecerán las medidas requeridas y necesarias de prevención y atención a los eventos que pudiesen llegar a suscitarse. Este Programa Interno será presentado ante las autoridades de protección civil competentes para su dictamen y, en su caso, aprobación. Asimismo, durante el desarrollo del Proyecto se integrarán las unidades internas de protección civil de acuerdo con la legislación aplicable, conformadas con su respectivo personal.

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
autoridades en materia de protección civil, se podrían haber afectado o dañado las condiciones estructurales de los establecimientos, edificaciones, inmuebles y sistemas de transporte por ductos, por la presencia de algún agente perturbador.	

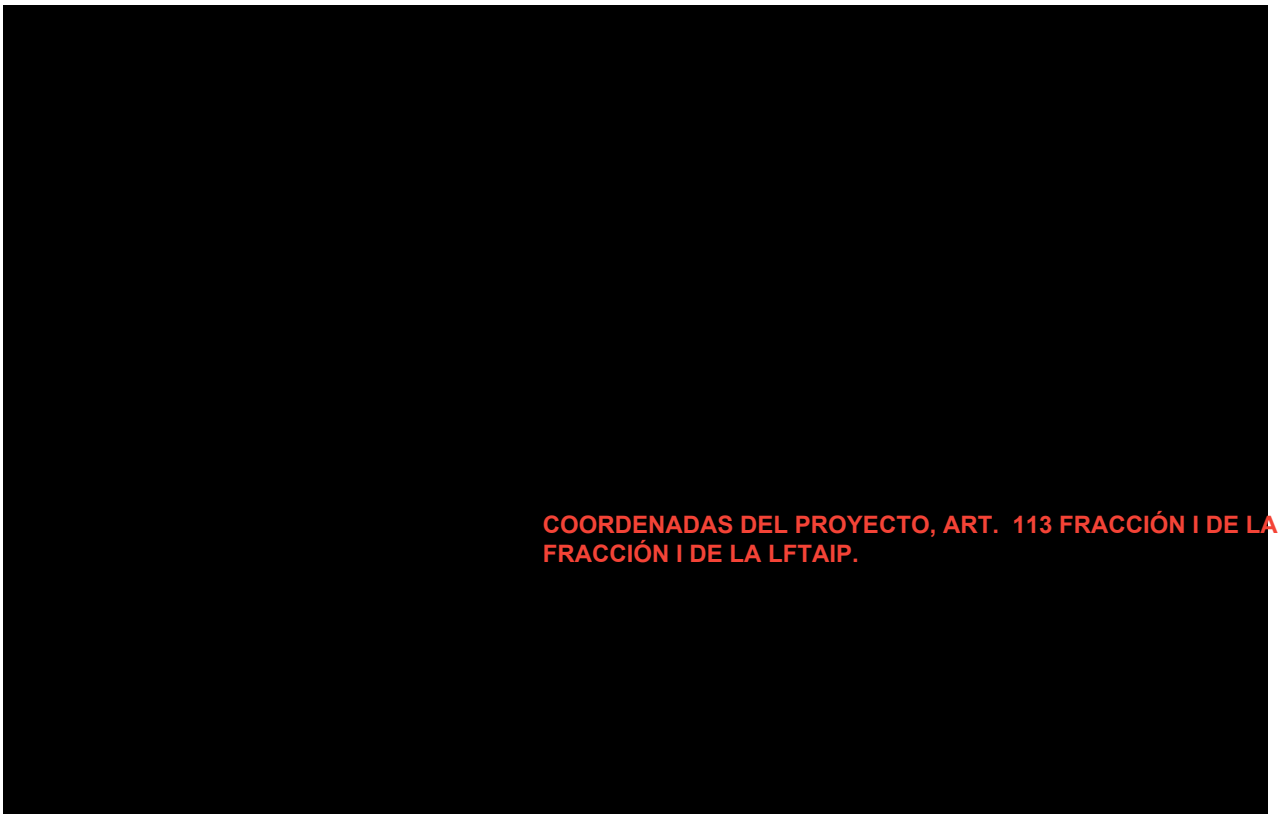
III.6. Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas

En términos del artículo 44 de la **LGEEPA** las **ANP** son:

> "Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.
>
> Los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos dentro de áreas naturales protegidas deberán sujetarse a las modalidades que de conformidad con la presente Ley, establezcan los decretos por los que se constituyan dichas áreas, así como a las demás previsiones contenidas en el programa de manejo y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan."

En este sentido y de la revisión realizada a las bases de datos oficiales de las **ANP**´s federales, estatales y municipales, se obtuvo que: 1) Tanto el trazo del Proyecto, como su derecho de vía no incide en ninguna **ANP**; y, 2) El área de influencia del Proyecto incide en tres partes mínimas de la Reserva Forestal Nacional y Zona de Refugio de la Fauna Silvestre "Bavispe", tal y como se puede apreciar en la figura siguiente.

Figura III.4. Ubicación del Proyecto en relación con las Áreas Naturales Protegidas.



A continuación, se presenta la distancia del trazo del Proyecto con respecto a las **ANP** circundantes identificadas:

En el ámbito federal:

1. Reserva Forestal Nacional y Zona de Refugio de la Fauna Silvestre “Bavispe”, ubicada aproximadamente a 0.98 km del trazo del ducto.
2. Reserva de la Biosfera “Janos”, localizada aproximadamente a 1.5 km del Proyecto.
3. Reserva Forestal Nacional y Zona de Refugio de la Fauna Silvestre “Campo Verde”, aproximadamente a 10.4 km.

En el ámbito estatal:

1. Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Abelardo Rodríguez Luján (El Molinito)” ubicada aproximadamente a 116.01 km y;
2. “Arivechi - Cerro Las Conchas”, localizada a 128.86 km del Proyecto.

En el ámbito municipal:

1. Zona de Preservación Ecológica de Centro de Población “Surutato” a una distancia de 548.1 km

De lo anterior, se desprende que no existen ninguna limitante y/o restricción para la superficie del trazo del Proyecto, así como de su derecho vía en virtud de que estas no guardan una incidencia

con ningún tipo de **ANP** en sus tres órdenes de gobierno. Aunado a lo anterior, se pudo observar que el **AI** contemplada para el presente estudio guarda una incidencia mínima respecto de la **ANP** Federal denominada “Reserva Forestal Nacional y Zona de Refugio de la Fauna Silvestre “Bavispe”.

Derivado de lo anterior y en el sentido que dicha área puede ser excluida para la implementación del trazo del Proyecto, así como su derecho de vía, no existe ninguna restricción y/o limitante para su desarrollo. Aunado a lo expuesto, dicha **ANP** carece de un programa de manejo que establezca directrices que representen un criterio a observar para su desarrollo.

III.7. Otros instrumentos de planeación para la conservación ecológica

III.7.1. Regiones prioritarias definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Las Regiones Prioritarias (**RP**) (Terrestres, Hidrológicas y Marinas, así como las Áreas de Conservación de las Aves) definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**), no constituyen un **ANP** en los términos establecidos en la **LGEEPA** y, por lo tanto, no forman parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Por otra parte, no se encuentran contempladas en algún ordenamiento jurídico como instrumentos normativos que impongan modalidades al uso del suelo para su conservación. En tal sentido, no constituyen actos de autoridad emanados de un ordenamiento jurídico que obliguen al particular a cumplir con la descripción realizada en las fichas técnicas correspondientes y, por tal motivo, no son vinculantes para los gobernados.

En términos de información disponible en el sitio web de la **CONABIO**:

> […] la regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis.

Así, las regiones prioritarias funcionan más como una herramienta para la planeación ambiental a cargo de la administración pública, que un instrumento jurídico de cumplimiento obligatorio para los particulares. Constituyendo un marco de referencia fundamental que la mayoría de las veces son tomados como base, para orientar el establecimiento a través de ordenamientos jurídicos específicos, de sitios que dado sus características requieren ser preservados y restaurados, siguiendo para tal efecto procedimientos administrativos en los que de manera prioritaria se prevé la participación ciudadana y que finalmente concluyen en actos de autoridad como lo son Decretos de **ANP**.

No obstante, dado que son instrumentos orientativos, se tomaron como base para la elaboración del presente estudio con el objeto de identificar aquellas **RP** en las que podría haber cierta interacción

y, en su caso, reforzar las medidas de prevención, mitigación y compensación que aseguren la minimización de los impactos ambientales que pudieran ocasionarse

En tal sentido, la incidencia del Proyecto se analiza en los siguientes apartados.

III.7.1.1. Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias (**RTP**) se circunscribe al Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la **CONABIO**, que se orienta a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

En el país se identifican 152 **RTP** para la conservación de la biodiversidad en México que cubren una superficie de 515,558 km^2 y que están delimitadas espacialmente en función de su correspondencia con rasgos topográficos, ecorregiones, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación y del área de distribución de algunas especies clave. Más del 95% de la superficie de las **ANP** decretadas está correlacionada espacialmente con las **RTP**.

En el caso concreto, en la zona bajo análisis, encontramos que el Proyecto incide con las **RTP 44 denominada "Bavispe-El tigre", 45 denominada "Sierra de San Luis-Janos"** y **46 denominada "Pastizales del Norte del río Santa María"**. Lo anterior, se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura III.5. Ubicación del Proyecto en relación con las Regiones Terrestres Prioritarias.



Ahora bien, derivado de la revisión a las fichas técnicas generadas por la **CONABIO**, se identifican como principales problemáticas de las **RTP** de referencia:

Tabla III.4. Vinculación con las problemáticas de la Region Terrestre Prioritaria No. 44. "Bavispe-El tigre".

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
Hasta el momento, por su incomunicación, esta sierra permanece en muy buen estado de conservación, lo que puede ser un punto para planificar su conservación a mediano plazo.	En tal sentido, si bien no es un factor determinante para prohibir el desarrollo del Proyecto, es un elemento que cobrará relevancia como criterio de resolución por parte de la autoridad, para lo cual se deberán plantear diversas propuestas para la implementación de medidas encaminadas a la mitigación y compensación por el desarrollo de las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales; con las cuales, deberá justificar la no degradación y generación de impactos significativos al ecosistema y componentes ambientales del área. De igual forma, dicha situación podrá ser considerada por la Autoridad para la imposición de obligaciones específicas para la comprobación de las actividades a desarrollar.

Tabla III.30. Vinculación con las problemáticas de la Region Terrestre Prioritaria No. 45 "Sierra de San Luis-Janos".

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
Se considera el cambio de uso del suelo a pastizales inducidos de pasto buffel.	La realización del Proyecto implicará en algunos sitios la remoción de vegetación, la cual se someterá a autorización en materia de **CUSTF** ante esa Agencia, lo que permitirá proponer y adoptar las medidas de prevención y mitigación necesarias para evitar pérdida de vegetación.

Tabla III.31. Vinculación con las problemáticas de la Region Terrestre Prioritaria No. 46 "Pastizales del Norte del Río Santa María".

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
Los cambios estructurales por sobrepastoreo a comunidades arbustivas de yuca, mezquite y nopal.	Por lo que hace a esta problemática, al no relacionarse el Proyecto, se considera que no existe ninguna limitante y/o restricción para su desarrollo.

III.7.1.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

En el país se identifican 110 **RHP** por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación. En el caso concreto, tenemos que el Proyecto incide con las **RHP: 16 "Región Noroeste: Río Yaqui - Cascada Bassaseachic", 33 "Región Antiplano Norte: Samalayuca" y 42 "Región Altiplano Norte: Río Bravo Internacional".** Esto, tal y como se puede observar en la siguiente figura:

Figura III.6. Ubicación del Proyecto con respecto de Regiones Hidrológicas Prioritarias.



Ahora bien, derivado de la revisión a las fichas técnicas generadas por la **CONABIO**, se identifican como principales problemáticas de las **RHP** de referencia:

Tabla III.32. Vinculación con las problemáticas de la Region Hidrológica Prioritaria No. 16 "Región Noroeste: Río Yaqui - Cascada Bassaseachic".

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
- Modificación del entorno: construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego, explotación forestal, sobrepastoreo y construcción de carreteras. Desmontes y desvío de corrientes. Desertificación en algunas zonas.	Con la realización del Proyecto no se modificará el entorno. Aunque su realización implicará en algunos sitios la remoción de vegetación, se someterá a autorización en materia de **CUSTF** ante esa Agencia, lo que permitirá proponer y adoptar las medidas de prevención y mitigación necesarias para evitar pérdida de vegetación.

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
Desarrollo turístico en la parte alta de la cascada de Bassaseachic.	Por otra parte, con el desarrollo del Proyecto no se realizará extracción de agua, sobrepatoreo, destrucción de dunas costeras, construcción de carreteras, bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de infraestructura portuaria, por lo que el Proyecto no contribuirá a acentuar estas y demás problemáticas identificadas en las RHP en estudio. No obstante, para evitar impactos en los componentes ambientales agua, suelos, paisaje y hábitats se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación señaladas en el capítulo VI de la presente **MIA-R**.
- Contaminación: por abuso de agroquímicos en la planicie costera, desechos mineros en los altos, uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, descargas domésticas y residuales.	Con el desarrollo del Proyecto no se ocasionará contaminación en los sitios en los que se desarrollará considerando que para tal efecto se implementarán las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI de la presente **MIA-R**, además de que se implementará el Programa de Educación Ambiental y el Programa Integral de Manejo de Residuos en el cual se menciona que los residuos serán almacenados temporalmente y después serán puestos a disposición de un tercero autorizado o de la autoridad municipal correspondiente a efecto de cumplir con la normativa aplicable en la materia. Asimismo, todos los desechos que éste genere así como las aguas residuales se dispondrán por terceros autorizados para su manejo, tratamiento y disposición final. Con estas medidas el Proyecto contribuye a disminuir esta problemática descrita para la RHP en análisis.
- Uso de recursos: especies introducidas de carpa dorada *Carassius auratus,* matalote *Carpiodes carpio,* lirio acuático *Eichhornia crassipes,* bagre azul *Ictalurus furcatus*, mojarra *Lepomis megalotis,* lobina negra *Micropterus salmoides,* trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss,* tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Caza furtiva y extracción de leña.	Por su propia naturaleza el Proyecto no corresponde a las actividades descritas en esta problemática, por lo cual con su realización no contribuye a acentuarla.

Tabla III.33. Vinculación con las problemáticas de la Region Hidrológica Prioritaria No. 33 "Región Antiplano Norte: Samalayuca".

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
- Modificación del entorno: cuenca alta conservada y cuenca baja degradada.	Con la realización del Proyecto no se modificará el entorno. Aunque su realización implicará en algunos

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
Desforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos.	sitios la remoción de vegetación, se someterá a autorización en materia de **CUSTF** ante esa Agencia, lo que permitirá proponer y adoptar las medidas de prevención y mitigación necesarias para evitar pérdida de vegetación. Por otra parte, con el desarrollo del Proyecto no se realizará desecación y sobreexplotación de mantos freáticos, por lo que el Proyecto no contribuirá a acentuar estas y demás problemáticas identificadas en las RHP en estudio.
- Contaminación: por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas.	Con el desarrollo del Proyecto no se ocasionará contaminación en los sitios en los que se desarrollará, considerando que para tal efecto se implementarán las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI de la presente **MIA-R**, además de que se implementará el Programa de Educación Ambiental y el Programa Integral de Manejo de Residuos en el cual se menciona que los residuos serán almacenados temporalmente y después serán puestos a disposición de un tercero autorizado o de la autoridad municipal correspondiente a efecto de cumplir con la normativa aplicable en la materia. Asimismo, todos los desechos que éste genere así como las aguas residuales se dispondrán por terceros autorizados para su manejo, tratamiento y disposición final. Con estas medidas el Proyecto contribuye a disminuir esta problemática descrita para la RHP en análisis.
- Uso de recursos: pesca de especies nativas como el bagre de canal *Ictalurus punctatus* y la lobina negra *Micropterus salmoides* e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus,* la carpa común *Cyprinus carpio,* el bagre *Ictalurus melas* y la mojarra azul *Lepomis macrochirus.* Cultivos de frijol, maíz y trigo.	Por su propia naturaleza el Proyecto no corresponde a las actividades descritas en esta problemática, por lo cual con su realización no contribuye a acentuarla.

Tabla III.34. Vinculación con las problemáticas de la Region Hidrológica Prioritaria No. 42 "Región Altiplano Norte: Río Bravo Internacional".

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
- Modificación del entorno: desecación y ensalitramiento. Asentamientos urbanos, actividades agropecuarias y apertura de caminos. Construcción de presas, alteración de la vegetación (causas multifactoriales).	Con la realización del Proyecto no se modificará el entorno. Aunque su realización implicará en algunos sitios la remoción de vegetación, se someterá a autorización en materia de **CUSTF** ante esa Agencia, lo que permitirá proponer y adoptar las medidas de prevención y mitigación necesarias para evitar pérdida de vegetación. Por otra parte, con el desarrollo del Proyecto no construirá asentamientos urbanos, presas, ni llevar a

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
	cabo actividades agropecuarias. La apertura de caminos será temporal para la construcción del ducto, por lo que el Proyecto no contribuirá a acentuar estas y demás problemáticas identificadas en las RHP en estudio. No obstante, para evitar impactos en los componentes ambientales agua, suelos, paisaje y hábitats se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación señaladas en el capítulo VI de la presente **MIA-R**.
- Contaminación: altos niveles de contaminación industrial (metales pesados), urbana (materia orgánica) y agropecuaria (de todo tipo).	Con el desarrollo del Proyecto no se ocasionará contaminación en los sitios en los que se desarrollará considerando que para tal efecto se implementarán las medidas de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI de la presente **MIA-R**, además de que se implementará el Programa de Educación Ambiental y el Programa Integral de Manejo de Residuos en el cual se menciona que los residuos serán almacenados temporalmente y después serán puestos a disposición de un tercero autorizado o de la autoridad municipal correspondiente a efecto de cumplir con la normativa aplicable en la materia. Con estas medidas el Proyecto contribuye a disminuir esta problemática descrita para la RHP en análisis.
- Uso de recursos: abastecimiento de agua y riego. Especies nativas e introducidas para pesca comercial y deportiva como los bagres *Bagre marinus, Ictalurus furcatus*, las carpas *Carpiodes carpio, Cyprinus carpio*, las mojarras *Gerres rhombeus*, *Lepomis cyanellus, L. macrochirus, L. megalotis,* los catanes *Lepisosteus oculatus, L. osseus*, *Atractosteus spatula*, el plateadito *Menidia beryllina*, la lobina negra *Micropterus salmoides*, la lobina blanca *Morone chrysops,* la lobina rallada *Morone saxatilis*, la tilapia *Oreochromis aureus,* la robaleta *Pomoxis annularis*, el acocil rojo *Procambarus clarkii*, la almejita china, la sardina de quilla y vegetación acuática introducida de *Hydrilla verticillata* y el pasto *Zosterella dubia*. Pesca ilegal, violación de vedas y tallas mínimas, trampas no selectivas.	Por su propia naturaleza el Proyecto no corresponde a las actividades descritas en esta problemática, por lo cual con su realización no contribuye a acentuarla.

III.7.1.3. Regiones Marinas Prioritarias

La **CONABIO** instrumentó el programa de **RMP** mediante el cual se identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad.

De acuerdo con la información disponible, **se desprende que el trazo del Proyecto no incide con algún RMP.** Resultando que las más cercanas al área de influencia del Proyecto son: **3** "**Complejo insular de Baja California**" a una distancia de 85.2 km y **5** "**Canal el Infiernillo**" aproximadamente 60.7 km, esto tal y como se aprecia en la siguiente figura:

***Figura III.7. Ubicación del Proyecto en relación con las Regiones Marinas Prioritarias*.**



En este contexto, y en virtud de que el Proyecto no incide dentro de ninguna **RMP**, no existen directrices, lineamientos, restricciones y/o limitantes que puedan ser vinculadas o influyan en la construcción y operación del Proyecto.

III.7.1.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El programa de las **AICAS,** surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves **(CIPAMEX)** y *Bird Life International*. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica **(CCA),** con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

En la actualidad, la **CONABIO** tiene registradas 272 **AICAS**, las cuales se clasifican en 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves. Tal y como se pude apreciar en la siguiente figura, el Proyecto incide con las siguientes **AICAS: 38 "Sistema de Isla de la Sierra Madre Occidental" y 44 "Baserac-Sierra Tabaco-Río Bavispe".**

Figura 8. Ubicación del Proyecto con respecto de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves.



Ahora bien, derivado de la revisión a las fichas técnicas generadas por la **CONABIO**, se identifican como principales problemáticas de las **AICAS** de referencia:

Tabla III.35. Vinculación con las problemáticas de la Área de Importancia para la Conservación de Aves No. 38 "Sistema de Isla de la Sierra Madre Occidental".

Amenazas	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
Sin datos.	-

Tabla III. 365. Vinculación con las problemáticas de la Área de Importancia para la Conservación de Aves No. 42 "Baserac-Sierra Tabaco-Río Bavispe".

Amenazas	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
Deforestación, cacería furtiva y explotación inadecuada de recursos.	En cuanto a la deforestación, el Proyecto implicará en algunos sitios la remoción de vegetación, no obstante, se someterá a autorización en materia de **CUSTF** ante esa Agencia, lo que permitirá proponer y adoptar las medidas de prevención y mitigación necesarias para evitar pérdida de vegetación. Por los que se refiere a la cacería furtiva, el promovente implementará un programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna y un Programa de Educación Ambiental dirigido a los trabajadores donde explícitamente se prohibirá la cacería furtiva de especies en el área del Proyecto. Tampoco se llevará a cabo una explotación inadecuada de recursos, no obstante, para evitar impactos en los componentes ambientales agua, suelos, paisaje y hábitats se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación señaladas en el capítulo VI de la presente **MIA-R**.

III.7.2. Sitios Prioritarios

La **CONABIO** ha determinado cuatro tipos de Sitios Prioritarios (**SP**): 1) Terrestres, 2) Marinos, 3) Acuáticos continentales y 4) Primates. La incidencia del Proyecto con los **SP** se analiza en los siguientes apartados.

III.7.2.1. Sitios Prioritarios Terrestres

La planeación sistemática surgió como una de las ramas de la biología de la conservación, para brindar una guía clara y completa en el proceso de creación de sistemas representativos de áreas para la conservación. En este esquema, los Sitios Prioritarios Terrestres (**SPT**) para la conservación detectados en el análisis de optimización cubren 594 894 km2 (30.36% de la superficie), 12.9% de esta superficie se localiza en algún ANP (que equivale a 3.9 % de la superficie continental del país).

Para identificar los **SPT** se dividió la superficie terrestre del país en 8,045 hexágonos de 256 km^2 cada uno y, se evaluaron 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies se utilizaron modelos de nicho ecológico editados por especialistas. Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible.

En el caso particular, al sobreponer y hacer las intersecciones correspondientes del Proyecto con el “shapefile” de los **SPT**, resulta que incide en los siguientes **STP**:

- **Prioridad alta: ID´s 166, 177, 186; y**
- **Prioridad media: ID´s 157, 158, 161167,170, 171, 176, 178, 196**;

Lo anterior, tal y como se puede observar en la siguiente figura.

Figura III.9. Ubicación del Proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Terrestres.



Al día de hoy, no existen fichas técnicas, programas de manejo y/o algún instrumento que defina problemáticas o directrices que impongan limitantes o restricciones al desarrollo del Proyecto dentro de los **SPT** en cuestión.

III.7.2.2. Sitios Prioritarios Marinos

La principal estrategia para la conservación en México ha sido el establecimiento de .áreas protegidas, en el caso de los ecosistemas marinos existe un sesgo, que es más evidente cuando se considera toda la Zona Económica Exclusiva, ya que sólo 1.38% de los ambientes oceánicos está. protegida bajo algún decreto de .área protegida, por lo que resulta fundamental la expansión de los sistemas de .áreas protegidas de una forma estratégica, en aquellos sitios con mayor diversidad que enfrentan las mayores amenazas .

Se han identificado 105 Sitios Prioritarios Marinos (**SPM**) (costas, océanos y elementos insulares) utilizando cartografía temática digital, bases de datos de georreferenciados de especies de flora y fauna y otros elementos de la biodiversidad marina. Alrededor de 18% de la superficie de los sitios prioritarios está decretada como área protegida; 78 se encuentran representados en menos del 20% de su superficie en el sistema de áreas protegidas, destacando el hecho de que por primera vez se identificaron 29 sitios ubicados en aguas profundas.

Con esto, el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina representa una referencia para la toma de decisiones e identificación de prioridades relacionadas con los ecosistemas marinos para el conocimiento, conservación y manejo sustentable de estos recursos. En la siguiente figura, se puede observar la incidencia del Proyecto con los **SPM**.

Figura III.10. Ubicación del Proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Marinos.



Tal y como se aprecia de la figura que precede, el **AI** del Proyecto guarda una incidencia respecto del **SPM** denominado “Grandes Islas del Golfo de California”. Ahora bien, derivado de la revisión a la ficha técnica generada por la **CONABIO**, se identifican como principales problemáticas del **SPM** de referencia:

Tabla III.37. Vinculación con las problemáticas del sitio prioritario marino “Grandes Islas del Golfo de California”.

Amenazas	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
Modificación del entorno: Bajo: Poblaciones costeras (en la bahía de La Paz se encuentra el asentamiento más grande del estado) Pesca: Alto: Pesca de escamas, pesca de sardinas, pesca industrial de camarón y otros crustáceos, sobreexplotación de langosta, pesca de calamar, pesca de equinodermos,	Por su propia naturaleza, el Proyecto no corresponde a las actividades descritas en esta problemática, en particular la pesca, poblaciones costeras, turismo y embarcaciones y escurrimientos con altos contenidos de fertilizantes, por lo cual con su realización no contribuye a acentuarla. No obstante, en cuanto a la contaminación, en los sitios en los que se desarrollará se implementarán las medidas

Amenazas	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
pesca de peces cartilaginosos, pesca de moluscos, Pesca deportiva, Pesca artesanal (seris) y semiindustrial, Uso de redes chinchorro de fondo. Pesca ilegal con arpón y equipo de buceo.4 Turismo: Medio: Ecoturismo y turismo (baja densidad, gran extensión y relevancia), perturbación de zonas de anidación Contaminación: Aguas residuales, desechos Alto: escurrimientos con altos contenidos de fertilizantes Daño al ambiente por embarcaciones: Sector transporte Introducción de especies exóticas Extracción ilegal de especies endémicas insulares de flora y fauna (sector turístico).	de prevención y mitigación propuestas en el capítulo VI de la presente **MIA-R**, además de que se implementará el Programa de Educación Ambiental y el Programa Integral de Manejo de Residuos en el cual se menciona que los residuos serán almacenados temporalmente y después serán puestos a disposición de un tercero autorizado o de la autoridad municipal correspondiente a efecto de cumplir con la normativa aplicable en la materia. Con estas medidas el Proyecto contribuye a disminuir esta problemática descrita para la RHP en análisis

De tal forma y derivado de la revisión realizada a la ficha técnica expedida por la **CONABIO** se observa que las principales problemáticas definidas son: pesca, turismo, contaminación (desechos y aguas residuales), extracción ilegal de especies de flora y fauna. En tal sentido, **al no relacionarse con el Proyecto, se considera que no existe ninguna limitante y/o restricción para su desarrollo**.

III.7.2.3. Sitios Prioritarios Acuáticos Continentales

Los sistemas acuáticos son de los primeros en recibir los impactos de las actividades antropogénicas, entre los factores que contribuyen a la destrucción y modificación de estos sistemas son el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de los flujos de agua por presas, bordos y canales y, la introducción accidental o deliberada de especies exóticas. La pérdida de biodiversidad acuática epicontinental y de los recursos hídricos tiene como consecuencia la pérdida de servicios ambientales necesarios para el bienestar humano[1].

En razón de ello, la identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales es una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable.

En este contexto la identificación de los sitios se hizo en siete grandes regiones hidrográficas para asignar valores a las diferencias ecológicas existentes entre las regiones semiáridas y húmedas de México, así como para reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad, resultando un conjunto de **SP** para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598 875 km^2 (28.8% de la superficie del país), de los cuales 15.8% están representados en ANP y 21.7% son sitios de extrema prioridad.

[1] *Vicios y omisiones de la diversidad acuática epicontinental.* Recuperado de http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/GAPepicontinental_Imprenta.pdf

Las siete regiones hidrográficas son: 1) Península de Baja California, 2) Noroeste, 3) Altiplano, 4) Centro, 5) Golfo de México, 6) Pacífico Tropical, y 7) Península de Yucatán. En la siguiente figura se puede apreciar el sitio del Proyecto, se sitúa dentro de la Región 1 y 4 de los **SPAE.**

Figura III.11. Ubicación del Proyecto en relación con los Sitios Prioritarios Acuáticos Continentales.



Esta incidencia, no representa una restricción para el Proyecto, empero constituye un elemento de segundo orden para la evaluación de impacto ambiental.

III.7.2.4. Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos

En México habitan tres especies de primates no humanos, el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), el mono aullador de manto o mono aullador pardo (*Alouatta palliata mexicana*) y el mono araña (representado por dos *subespecies Ateles geoffroyi vellerosus y A. geoffroyi yucatanensis*)[2].

En el caso concreto, los **SPCPM** se ubican al sureste del territorio mexicano, por lo que no guardan ninguna incidencia respecto del Proyecto. Lo anterior tal y como se puede observar en la siguiente figura.

Figura III.12. Ubicación del Proyecto en relación con los Sitios Prioritarios Primates.

[2] http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html



III.8. Normas Oficiales Mexicanas

III.8.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Gas Natural

- **Norma Oficial Mexicana NOM-007-ASEA-2016,** Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos.

Tabla III.38. Vinculación del Proyecto con la NOM-007-ASEA-2016.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Transporte de gas natural.	Esta norma establece los requisitos mínimos y especificaciones técnicas de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente, que deben cumplir los regulados para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento, entre	Se debe considerar en el diseño del Proyecto como parte de los requisitos de la autoridad en materia energética.	El diseño del ducto y sus componentes se ha producido tomando en cuenta las especificaciones contenidas en esta norma, tal y como se acredita con el dictamen de verificación de la UV, mismo que se agrega en el anexos al presente estudio.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
	otros, de los Sistemas de Transporte de Gas Natural.		

III.8.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Emisiones a la Atmósfera

- **Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Tabla III.39. Vinculación del Proyecto con la NOM-041-SEMARNAT-2015.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Emisión de gases contaminantes.	Esta norma establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria, entre otros, para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible.	De observancia durante las actividades de construcción. Aplica en el movimiento y uso de maquinaria y equipo.	Se establecerán Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos y se verificará el cumplimiento del mismo por medio de bitácoras de mantenimiento.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017** Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Tabla III.40. Vinculación del Proyecto con la NOM-045-SEMARNAT-2017.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Opacidad del humo.	Establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes	De observancia durante la etapa construcción del Proyecto.	Se establecerán Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos y se verificará el

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
	del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, entre otros.		cumplimiento del mismo por medio de bitácoras de mantenimiento.

III.8.3. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Aguas Residuales

- **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996,** Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales..

Tabla III.41. Vinculación del Proyecto con la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Contaminantes en las descargas de aguas residuales.	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales.	Incide en las acciones de construcción y operación, con las gastos para usos múltiples. Se evitarán afectaciones al suelo y agua a través del uso de sanitarios portátiles, lo que asegura que no se contaminen cuerpos de agua ni mantos freáticos.	El agua utilizada para las pruebas hidrostáticas requiere de condiciones que prevén la ausencia de agentes patógenos en el agua, con lo que se prevén medidas anticorrosivas, su uso por etapas considera su reutilización, previo a su descarga, se obtendrán las autorizaciones correspondientes y se realizarán las mediciones de parámetros , para el cumplimiento de esta norma a través de laboratorios acreditados.

III.8.4. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Calidad del Agua

- **Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994,** Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Tabla III.42. Vinculación del Proyecto con la NOM-127-SSA1-1994.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Salud ambiental, agua para uso y consumo humano.	Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.	El agua potable que será requerida para el Proyecto, sólo se limita al consumo humano.	Se contratará con empresas locales el servicios de suministro de agua potable.

III.8.5. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Salud Ambiental

- **Norma Oficial Mexicana NOM-117-SEMARNAT-2006,** Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

Tabla III.43. Vinculación del Proyecto con la NOM-117-SEMARNAT-2006.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Establecer las especificaciones de protección al ambiente durante las actividades de instalación, mantenimiento mayor y abandono, de los sistemas para la conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto.	Especificaciones de protección al ambiente durante las actividades de instalación, mantenimiento mayor y abandono, de los sistemas para la conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.	La definición de esta NOM corresponde con el objetivo central del Proyecto, lo que requiere su interpretación puntual en el mismo.	Se prevé la construcción, operación y mantenimiento y abandono del Proyecto, mediante el cumplimiento de las disposiciones normativas señaladas en esta NOM, enfatizando el reforzamiento de los aspectos técnicos a fin de evitar fugas o incidentes mayores en las actividades de instalación y mantenimiento del DDV constituido por el gasoducto.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014,** Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

Tabla III. 6. Vinculación del Proyecto con la NOM-020-SSA1-2014.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Criterio para evaluar la calidad del aire con respecto al ozono (O3).	Valor normado para la concentración de O3 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	El Proyecto se inserta en un ámbito extraurbano con baja densidad poblacional, cuyas incidencias de contaminación al aire se prevén en menor escala y de manera temporal, sólo en las etapas de preparación de sitio y construcción.	Se establecerán Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos y se verificará el cumplimiento del mismo por medio de bitácoras de mantenimiento.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993,** Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

Tabla III.45. Vinculación del Proyecto con la NOM-021-SSA1-1993

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO).	Valor permisible para la concentración de CO en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	El Proyecto se inserta en un ámbito extraurbano con baja densidad poblacional, cuyas incidencias de contaminación al aire se prevén en menor escala y de manera temporal, sólo en las etapas de preparación de sitio y construcción.	Se establecerán Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos y se verificará el cumplimiento del mismo por medio de bitácoras de mantenimiento.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2019** Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Tabla III.46 Vinculación del Proyecto con la NOM-022-SSA1-2019.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre (SO2).	Valor normado para la concentración de SO2 en el aire ambiente, como medida de	El Proyecto se inserta en un ámbito extraurbano con baja densidad poblacional, cuyas incidencias de	Se establecerán Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos y se verificará el

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
	protección a la salud de la población.	contaminación al aire se prevén en menor escala y de manera temporal, sólo en las etapas de preparación de sitio y construcción.	cumplimiento del mismo por medio de bitácoras de mantenimiento.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993,** Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

Tabla III.47 Vinculación del Proyecto con la NOM-023-SSA1-1993.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO2).	Valor normado para la concentración de NO2 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	El Proyecto se inserta en un ámbito extraurbano con baja densidad poblacional, cuyas incidencias de contaminación al aire se prevén en menor escala y de manera temporal, sólo en las etapas de preparación de sitio y construcción.	Se establecerán Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos y se verificará el cumplimiento del mismo por medio de bitácoras de mantenimiento.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014** Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

Tabla III.48. Vinculación del Proyecto con la NOM-025-SSA1-2014.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a las partículas suspendidas totales (PST).	Valor normado para la concentración de PST en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	El Proyecto se inserta en un ámbito extraurbano con baja densidad poblacional, cuyas incidencias de contaminación al aire se prevén en menor escala y de manera temporal, sólo en las etapas de preparación de sitio y construcción.	Se establecerán Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos y se verificará el cumplimiento del mismo por medio de bitácoras de mantenimiento.

III.8.6. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Flora y Fauna.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010,** Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Tabla III.49. Vinculación del Proyecto con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Especies en riesgo.	Determina las especies, subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas protegidas y, prevé especificaciones para su protección.	Se considera para el caso de identificar especies de flora y fauna silvestres ubicadas en las categorías de riesgo.	Se aplicará el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, así como el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, con el fin de proteger a las especies catalogadas dentro de esta Norma.

III.8.7. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994,** Que establece los lí-mites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehí-culos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Tabla III.50. Vinculación del Proyecto con la NOM-080-SEMARNAT-1994.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Ruido provenientes de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruidos provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción aplica en el movimiento y uso de equipo y maquinaria.	Se contemplan procedimientos que aseguren disminuir las molestias en los tramos que incidan por alguna localidad tales como disminuir la velocidad y aplicar las Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos a utilizar en la construcción del Proyecto.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994,** Que establece los lí-mites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Tabla III.51. Vinculación del Proyecto con la NOM-081-SEMARNAT-1994.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Emisión de ruido de las fuentes fijas.	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Aplica en el funcionamiento de las válvulas y estaciones de compresión.	Se contemplan procedimientos que aseguren disminuir las molestias en los tramos que incidan por alguna localidad tales como aplicar el Programa permanente de mantenimiento preventivo a los equipos a utilizar.

III.8.8. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos

- **Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-001-ASEA-2019,** Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

Tabla III.52 Vinculación del Proyecto con la NOM-001-ASEA-2019.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo.	Listado de residuos de manejo especial. Proporciona los elementos y procedimientos para la formulación de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.	Durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción, se generarán residuos peligrosos y de manejo especial.	Los residuos se manejarán de acuerdo con el Programa de Manejo Integral de Residuos y su disposición final se realizará por parte de empresas especialistas autorizadas que será contratadas para tal fin.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005,** Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Tabla III.53. Vinculación del Proyecto con la NOM- 052-SEMARNAT-2005

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Características de los residuos peligrosos.	Define los límites mínimos de las sustancias para	Durante las etapas de Preparación del sitio y construcción,	Los aceites, grasas residuales, lubricantes y residuos de los

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
	clasificarse como peligrosos.	se generarán residuos peligrosos.	recubrimientos epóxidos, pinturas y solventes, se depositarán en contenedores que se dispondrán según la norma, para su posterior recolección y disposición final por parte de empresas especialistas autorizadas que será contratadas para tal fin.

- **Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993,** Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

Tabla III.54. Vinculación del Proyecto con la NOM- 054-SEMARNAT-1993.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Incompatibilidad entre dos o más residuos.	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	Se limita la incidencia sólo para las actividades de construcción y mantenimiento.	Instalación de contenedores para disponer los residuos, mismos que serán desalojados por la empresa especialista, contratada para tal efecto.

III.8.9. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección Civil

- **Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011,** Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar.

Tabla III.55. Vinculación del Proyecto con la NOM- 003-SEGOB-2011.

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
Señales y Avisos para Protección Civil.	Colores, formas y símbolos a utilizar.	La trayectoria del Gasoducto requiere implementar medidas que notifiquen a la población vecina de la presencia del Gasoducto.	En concordancia a las disposiciones de la NOM-007-ASEA-2016, se ubicaran señales y avisos sobre protección civil para advertir la presencia de

Inciso/Art/Indicación	Mandato	Relación con el Proyecto	Medidas
			instalaciones que representan un riesgo en caso de su manipulación.

III.9. Ordenamiento Ecológico del Territorio

En este apartado, se realizará la vinculación del Proyecto con los ordenamientos ecológicos vigentes para la zona de influencia, considerando las políticas, estrategias, criterios y lineamientos aplicables.

III.9.1. Programas de Ordenamiento Ecológico de Carácter Federal

III.9.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Este programa fue expedido mediante acuerdo Secretarial publicado en el **DOF** el 7 de septiembre de 2012. Tiene por objeto, en términos de lo establecido por la **LGEEPA**, determinar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, determinando los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

En este sentido, el **POEGT** promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la **APF** a quienes está dirigido, lo que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Es importante recalcar que, por su escala y alcance, el **POEGT** no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Sin embargo, dicho instrumento, en términos de los artículos segundo y tercero de su acuerdo de expedición, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la **APF** y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

En tal sentido, el **POEGT** está integrado por:

1. Regionalización ecológica, que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial,
2. Lineamientos ecológicos, y
3. Estrategias ecológicas.[3]

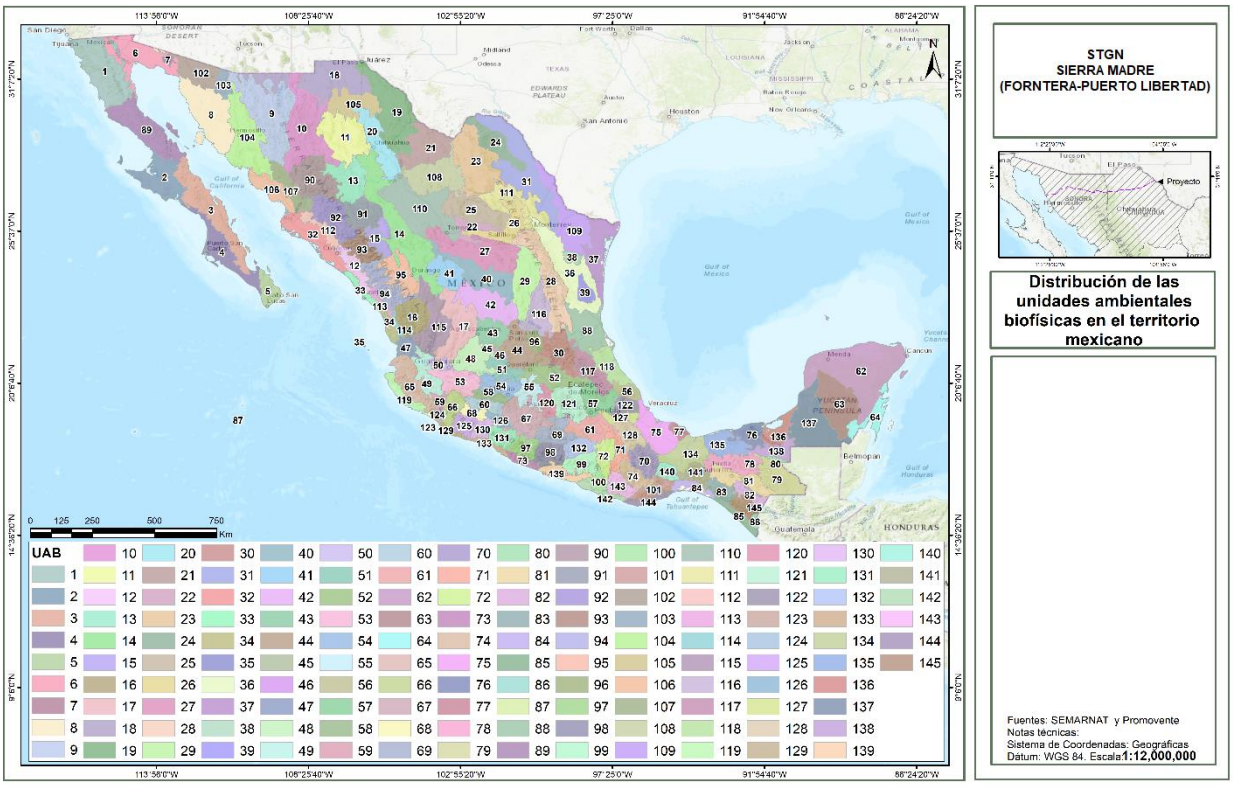
[3] Estos dos últimos componentes aplicables a la regionalización ecológica, enfocados a la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

4. Regionalización ecológica.

La base para la **regionalización ecológica** está compuesta por unidades territoriales sintéticas integradas a partir de los principales factores del medio biofísico (clima, relieve, vegetación y suelo). La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Bajo este principio, se obtuvo como resultado **145 UAB**, representadas a escala 1: 2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del **POEGT**.

Así, cada región ecológica se integra por un conjunto de **UAB** que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental, a los cuales a su vez les fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas. En la siguiente imagen, se puede observar la distribución de las 145 **UAB** a lo largo del territorio.

Figura III.13. Distribución de las UAB en el territorio mexicano.



La política ambiental

Estas son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada **UAB** hacia este modelo de desarrollo. Dentro de las que podemos encontrar, se identifican aprovechamiento, restauración, protección y preservación.

Lineamientos ecológicos

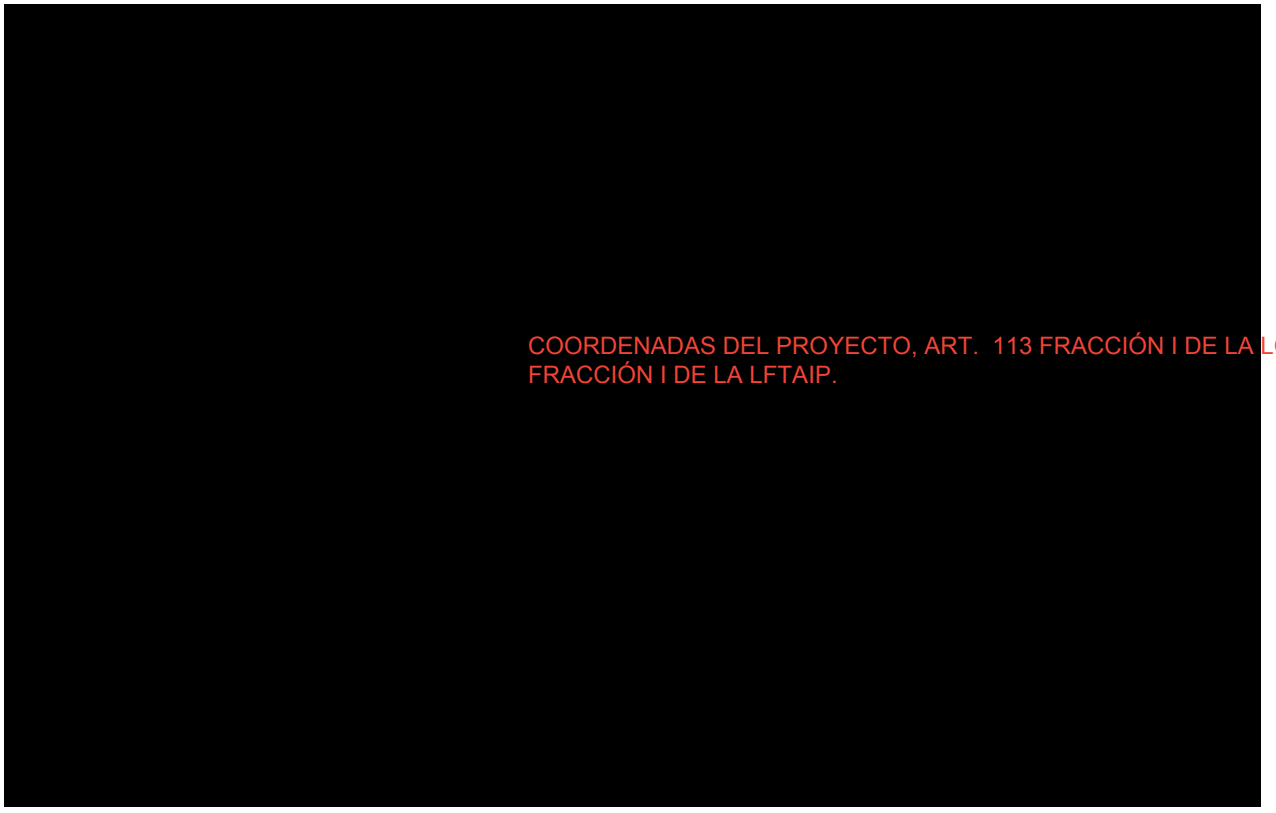
El **POEGT** cuenta con 10 lineamientos ecológicos. Estos reflejan el estado deseable de una región ecológica o **UAB**, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Tal y como ya fue mencionado, de acuerdo con la **UAB** en donde se localice un determinado sitio, se le asignarán lineamientos ecológicos.

Estrategias ecológicas

Estas estrategias son el compuesto de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables al territorio nacional. Se implementan a través de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersectorial para dar cumplimiento a los objetivos del **POEGT**.

De este modo, de conformidad con la regionalización ecológica establecidas en el **POEGT**, el área de interés se ubica en las siguientes **UAB: 8 "Sierras y llanuras sonorenses Occidentales"; 9 "Sierras y valles del Norte"; 10 "Sierras y cañadas del Norte"; 18 "Llanuras y médanos del norte"; 19 "Sierras plegadas del Norte"; 103 "Sierras y llanuras sonorenses Noreste"; 104 "Sierras y llanuras sonorenses Orientales"; 105 "Llanuras y lomeríos del Norte"**, tal y como se puede ver en la siguiente figura:

Figura III.14. Localización del trazo respecto de las UAB del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.



A esta **UAB** corresponden los lineamientos y estrategias ecológicas que se describen a continuación.

Tabla III.56. Descripción de las UAB aplicables.

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Estrategias
15.33	8	Sierras y llanuras sonorenses Occidentales	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Minería	Industria	Ganadería	Aprovechamiento Sustentable y Restauración	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 37, 42, 44

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Estrategias
12.30	9	Sierras y valles del Norte	Minería - Preservación de Flora y Fauna	Forestal	Ganadería	Industria - Pueblos Indígenas	Aprovechamiento Sustentable y Protección	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 28, 29, 31, 33, 37, 42, 43, 44
12.17	10	Sierras y cañadas del Norte	Forestal	Preservación de Flora y Fauna	Minería – Poblacional	Ganadería – Industria – Pueblos Indígenas	Aprovechamiento Sustentable y Protección	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
13.17	11	Sierras y llanuras Tarahumaras	Forestal	Agricultura - Ganadería	Minería – Turismo	Preservación de Flora y Fauna y Pueblos Indígenas	Aprovechamiento Sustentable, Protección y Restauración	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 36, 37, 42, 43, 44
15.24	19	Sierras Plegadas del Norte	Ganadería – Minería	Desarrollo Social – Industria	Preservación de Flora y Fauna	SCT	Aprovechamiento Sustentable y Restauración	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15BIS, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
15.30	103	Sierras y llanuras sonorenses Noreste	Minería Preservación de Flora y Fauna	Agricultura Ganadería	Industria	-	Aprovechamiento Sustentable Y Restauración	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 36, 37, 42, 43, 44
15.32	104	Sierras y llanuras sonorenses Orientales	Preservación de Flora y Fauna	Ganadería – Minería	Forestal	Agricultura – Pueblos Indígenas	Aprovechamiento Sustentable y Restauración	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 33, 36, 37, 42, 43, 44
9.25	105	Llanuras y lomeríos del Norte	Ganadería – Preservación de Flora y Fauna	Industria	Agricultura – Desarrollo Social – Minería	CFE	Aprovechamiento Sustentable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

Tabla III.57. Estrategias aplicables a las UAB.

Estrategias. UAB	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

Estrategias. UAB	
	8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección. 11: Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 19: Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20: Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental. 21: Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22: Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23: Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A. Suelo Urbano y Vivienda.	24: Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B. Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25: Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil.

Estrategias. UAB	
	26: Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Políticas asociadas al Proyecto

Del análisis practicado al Programa, y de los lineamientos, rectores del desarrollo, política ambiental y estrategias establecidas para las **UAB,** se observa lo siguiente:

- Que el Proyecto es congruente con aquellos que son catalogados como rectores del desarrollo, dado que este proveerá a varios sectores productivos, considerados como los motores para el crecimiento.
- Que las políticas ambientales establecidas, son: Aprovechamiento Sustentable, Protección y Restauración, las cuales no representan ninguna limitante para el desarrollo del Proyecto. Esto, considerando la naturaleza del Proyecto y la propuesta de diversas medidas de prevención, mitigación y compensación a implementar en su momento, con las cuales se buscará garantizar la continuidad de procesos y calidad de los servicios ambientales proporcionados en la zona.
- En concordancia con lo anterior, existen criterios de regulación ecológica (19 y 20) dentro del **POEGT**, que impulsan y le otorgan la compatibilidad necesaria para realizar el desarrollo del Proyecto en la zona. Aunado a lo anterior, de la revisión realizada al resto de los criterios, no se desprenden ninguna limitante y/o restricción para su desarrollo.
- Respecto a las estrategias establecidas, como se mencionó al inicio de este apartado, están dirigidas a la **APF**, no obstante, el Proyecto coadyuvará al impulso de estas estrategias.

III.9.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California

Con base en el análisis cartográfico realizado, se verificó que el área del Proyecto no incide en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California **(POEMGC)**[4], el cual se encuentra aproximadamente a 0.108 km del Proyecto, de igual forma, se obtuvo que el área de influencia incide dentro de la **UGA** 8, específicamente en la clave 2.3.3.13.3.1, tal y como se puede apreciar en la Figura siguiente.

Figura III.15. Ubicación del Proyecto en relación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

[4] El **POEMGC** fue publicado en el **DOF** el 29 de noviembre de 2006, mediante DECRETO por el cual se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.



De la revisión realizada a las directrices que emanan de dicho ordenamiento, no se desprende alguna que represente una restricción, limitante y/o prohibición para su desarrollo, con lo que se concluye que este es compatible y en su caso se podría omitir dicha área de influencia que incide dentro del **POEMGC.**

III.9.2. Programas de Ordenamiento Ecológico de Carácter Estatal

En este apartado, se presentan los Programas de Ordenamiento Ecológico del orden estatal, para ello, fueron revisados los periódicos oficiales de cada uno de los estados ya identificados, en contraste con las bases de datos disponibles en línea, respecto de cada una de las Secretarías competentes- Esto, con la intención de identificar cada uno de los programas, así como los criterios, estrategias y lineamientos ecológicos que en su caso fueran aplicables al Proyecto.

III.9.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Chihuahua

De la revisión realizada en la base de datos de la **SEMARNAT**, así como de la **SEDUE**, se desprende que hoy en día no existe un ordenamiento ecológico del territorio elaborado y expedido para el Estado de Chihuahua.

En este sentido únicamente se han publicado los ordenamientos ecológicos de los Municipios de Chihuahua y Juárez, los cuales no le resultan aplicables al Proyecto, por lo que no existen directrices tanto en materia estatal como local que se vinculen con el desarrollo del ducto.

III.9.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora

El Decreto por el que se aprueba el **POETS** fue publicado en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado (**BOGE**) Numero 41, Sección III de 21 de mayo de 2015.

En términos del artículo 3° del Decreto, el **POETS** será de observancia obligatoria para las dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal (**APE**) cuando en el ejercicio de sus atribuciones programen o ejecuten obras, servicios o acciones en el territorio del estado de Sonora. Asimismo, las dependencias y entidades de la **APE** observarán las políticas, los lineamientos y las estrategias ecológicas establecidas en el **POETS** al otorgar o emitir concesiones, permisos, licencias, autorizaciones, dictámenes y resoluciones para las obras, servicios o acciones a realizar en el territorio estatal.

La Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora dará atención, orientación y opinión en materia de ordenamiento ecológico respecto de las actividades, obras y servicios que se pretendan ejecutar en el territorio del estado, asegurándose que las mismas se apeguen a las disposiciones, lineamientos y criterios que señala el **POETS**. Dicha Comisión verificará periódicamente el avance de su ejecución, evaluará sus resultados y emitirá las recomendaciones y propuestas que se requieran para su debida observancia.

De manera específica, el **POETS** persigue como objetivos generales:

- Regular e inducir el uso del suelo a partir de la aptitud del terreno.
- Analizar la influencia de las actividades productivas y el desarrollo sobre el ambiente y los recursos naturales.
- Establecer una estrategia que garantice la seguridad del entorno y la población.

En la elaboración del **POETS** se consideraron cuatro etapas de formulación:

- **Caracterización:** comprendió la descripción del estado de los componentes naturales y socioeconómicos del área, la definición de los intereses sectoriales e identificación y ponderación de atributos ambientales, etc.
- **Diagnóstico:** se identificaron y analizaron los conflictos ambientales existentes, y se seleccionaron las alternativas de uso del territorio, a partir de los atributos ambientales en el área de estudio.
- **Pronóstico:** se analizaron los procesos de deterioro de los atributos ambientales que definen la aptitud del territorio para cada sector y se modeló el comportamiento futuro de dichos atributos.
- **Propuesta:** se definió el patrón de ocupación del territorio para maximizar el consenso y minimizar los conflictos, así como favorecer el desarrollo sustentable en el área a ordenar.

La propuesta comprende un **MOE** que incluye cuatro elementos básicos: (1) la zonificación geoecológica, (2) los lineamientos ecológicos, (3) los **CRE** y (4) las estrategias ecológicas.

Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora

De acuerdo con el **POETS**, el **MOE** es la representación en un sistema de información geográfica de las **UGA** y sus respectivos lineamientos ecológicos. En tal sentido, la **UGA** es la unidad mínima

del área de ordenamiento ecológico a la que se asignan lineamientos y estrategias ecológicos. Posee condiciones de homogeneidad de atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud sobre la base de un manejo administrativo común.

Zonificación Geoecológica

Para lograr que el potencial de los usos, así como el manejo de los lineamientos ecológicos, los **CRE** y las estrategias ecológicas sean aplicables en un contexto espacial, el **POETS** establece una zonificación geoecológica de 25 **UGA**. Las **UGA** comprenden toda la superficie de las regiones o subprovincias, las **UGA** más grandes son la 500-0/01 "*Llanura aluvial*" (4,872,067 ha); la 100-0/01 "*Sierra alta con una superficie*" (4'510,214.4 ha) y la 100-0/02 "*Sierra baja*" (2,117,009 ha).

Lineamientos Ecológicos

De acuerdo con el **POETS**, los lineamientos ecológicos son las metas para obtenerse aplicando los **CRE** y las estrategias ecológicas para cada una de las **UGA**. En el **POETS** se establecen 28 lineamientos que se aplican por sectores y subsectores. Los sectores son los siguientes: (A) Acuacultura, (B) Agricultura, (C) Cinegético, (D) Conservación, (F) Forestal, (G) Ganadero, (M) Minería y (T) Turismo, los que a su vez se subdividen en subsectores más pequeños y describen los usos predominantes, condicionados y no aptos del suelo en cada una de las **UGA**.

Criterios de Regulación Ecológica

En cuanto a los **CRE**, los define como los aspectos generales o específicos que norman los diversos usos del suelo en el **MOE** y pueden operar de manera específica en las distintas **UGA**. Su finalidad es establecer condicionantes ambientales para que todo proyecto o actividad que se desarrolle en el territorio cumpla con el objetivo de proteger, preservar, restaurar y aprovechar sustentablemente los recursos naturales, previniendo o minimizando los posibles impactos ambientales de las obras o actividades. En total, el **POETS** considera 55 **CRE**.

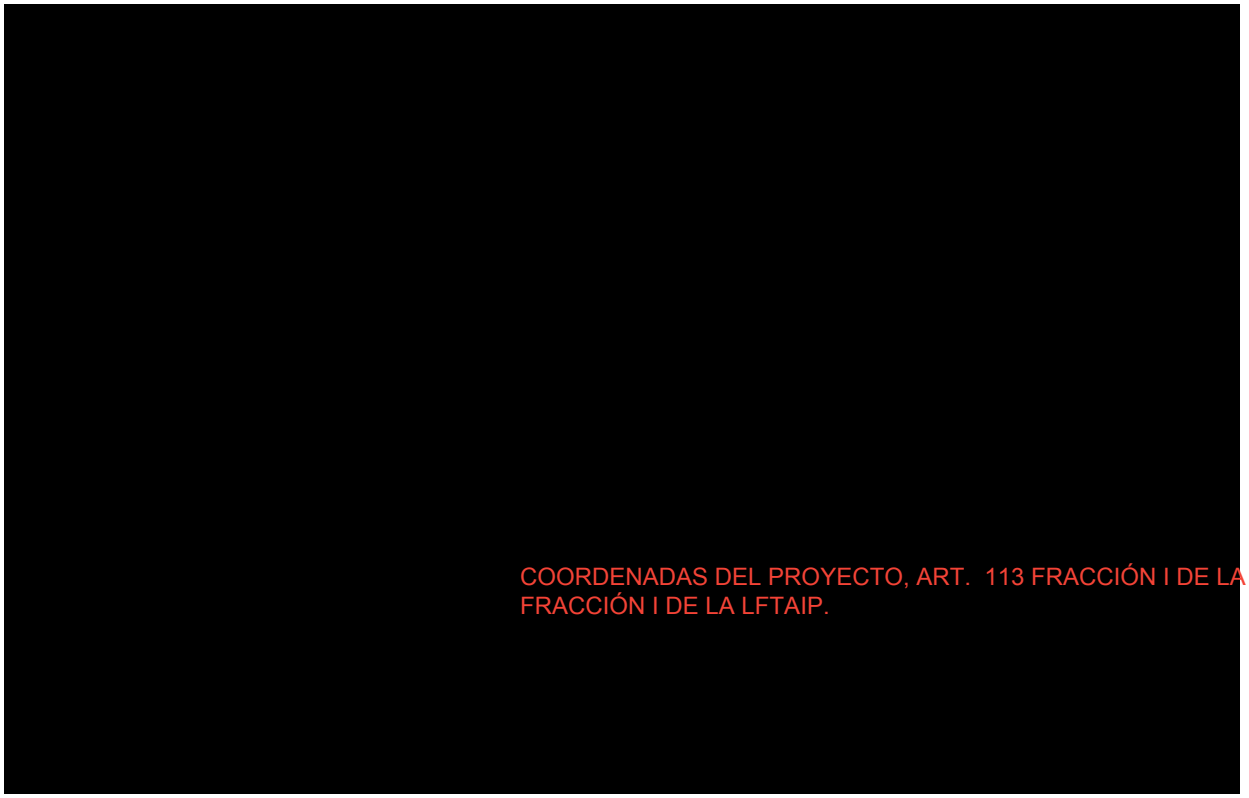
Estrategias Ecológicas

De acuerdo con el **POETS**, una estrategia ecológica es la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de ordenamiento ecológico. Se basan en la identificación de las causas que amenazan la sustentabilidad de las actividades sectoriales. Estas causas pueden incluir desde el nivel de conocimiento del potencial que tiene un sector para llevar a cabo sus actividades, la existencia de un marco legal propicio para el desarrollo de la actividad, la existencia de una visión estratégica sectorial, la efectividad en la operación de la actividad y la imagen que proyecta el sector en la sociedad.

En el **POETS** se establecen 5 estrategias generales, las cuales comprenden 33 acciones aplicables a los sectores y subsectores definidos.

En este contexto, es de señalar que el Proyecto incide en las **UGA**: 700-0/01, 602-0/03, P00-0/01, 200-0/02, 100-0/03, 100-0/01, 500-0/01, tal y como se puede ver en la siguiente figura:

Figura III.16. Localización del trazo respecto de las UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora.



A estas **UGA** corresponden los lineamientos, criterios y estrategias ecológicas que se describen a continuación.

Tabla III. 58. Descripción de los lineamientos, criterios y estrategias ecológicas aplicables a las UGA en las que incide el Proyecto.

UGA	Nombre de la UGA	Aptitud	Lineamientos	CRE	Estrategias
700-0/01	Cañón Típico	A3, A4, C2, C5, C7, D1, D2, D3, F2, G1, M, T3	Aprovechamiento sustentable de la piscicultura; cacería de especie de bosque; conservación de ecosistemas dulceacuícolas; bosques secos y templados, forestal no maderable; ganadería extensiva; minería y turismo de aventura.	CRE-06, CRE-07, CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19, CRE-20, CRE-24, CRE-25, CRE-27 CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31	A3, CX, D1, D2, D3, F2, G1, M, T3
602-0/03	Valle Intermontano con Lomerío	A3, B2, C2, C5,D1, D4, F2, G1, M, T3	Aprovechamiento sustentable de la piscicultura de especies de agua cálidas; agricultura en Urderales; cacería de especies de desierto; forestal no maderable; ganadería estabulada, minería y turismo aventura.	CRE-07, CRE-16, CRE-17, CRE-19	A3; B2; CX; D1, D4; F2, G1; M, T3
P00-0/01	Playa/Barra	C1, C2, C5, T2	Aprovechamiento sustentable de la cacería y el turismo tradicional.	CRE-08, CRE-19; CRE-22, CRE-46, CRE-47, CRE-48, CRE-50, CRE-51, CRE-52	CX; T2

UGA	Nombre de la UGA	Aptitud	Lineamientos	CRE	Estrategias
200-0/02	Lomerío Extendido	C2, C5, C6 D4, F2, M, T3	Aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal no maderable; minería y turismo aventura.	CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25; CRE-17	CX; D1, D4; F2; M; T3
100-0/03	Sierra Baja	C2, C4, C5, C6, D1, D4, F2, M, T1, T3	Aprovechamiento sustentable de la cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas dulceacuícolas y desérticos; forestal no maderable; minería y turismo aventura.	CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25; CRE-17	CX; D1, D4; F2; M; T1, T3.
100-0/01	Sierra Alta	A3, A4, B3, C2, C3, C5, C7, D1, D2, D3, F1, F2, G1, M, T3	Aprovechamiento sustentable de la piscicultura; agricultura de temporal; cacería de especies de bosque; conservación de ecosistemas dulceacuícolas, bosques secos y templados; forestal maderable y no maderable; ganadería extensiva; minería y turismo aventura.	CRE-07; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19; CRE-20; CRE-24, CRE-28, CRE-29, CRE-30, CRE-31; CRE-06, CRE-25; CRE-17; CRE-27	A1; CX; D1, D2, D3; F1, F2; G1; M, T3.
500-0/01	Llanura Aluvial	A1, C2, C5, C6, D4, F2, M T3,	Aprovechamiento sustentable de la Algacultura; cacería de especies de desierto; conservación de ecosistemas desérticos; forestal no maderable, minería y turismo alternativo de aventura.	CRE-01, CRE-06; CRE-08, CRE-17, CRE-18, CRE-19,	A2; C1

De la revisión de la aptitud, lineamientos ecológicos, CRE y estrategias ecológicas aplicables a las **UGA** del **POETS** en que incide el Proyecto, **no se identificaron posibles restricciones para su desarrollo**.

No obstante, se sugiere guardar especial atención en el diseño, construcción y operación del Proyecto a lo previsto en los **CRE** 01, 06, 07, 22, 25 y 29 aplicables a las **UGA** en las que incide el Proyecto, que se señalan en la Tabla 59.

Tabla III.59. Criterios de regulación ecológica a considerar en el diseño, construcción y operación del Proyecto.

UGA	CRE	Descripción	Observación
500-0/01	CRE-01	Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de humedales por cambios de uso del suelo.	De acuerdo con el **POETS,** en este **CRE** es de aplicación el artículo 60-TER de la Ley General de Vida Silvestre (**LGVS**). Conforme al análisis realizado, no se verificó afectación a vegetación, se sugiere corroborar en sitio.
700-0/01 200-0/02 100-0/03 100-0/01 500-0/01	CRE-06	Regulación de actividades que ocasionen la pérdida de la estructura y funciones de ecosistemas por cambios de uso del suelo.	De acuerdo con el **POETS,** en este **CRE** es de aplicación el artículo 28 de la **LGEEPA** en materia de Impacto ambiental para cambios de uso del suelo en jurisdicción federal y el artículo 26 de la **LEEPA** para jurisdicción

UGA	CRE	Descripción	Observación
			estatal. Se sugiere, previo al inicio de cualquier actividad, obtener la Autorización de Impacto Ambiental ante las autoridades competentes.
700-0/01 200-0/02 100-0/03 100-0/01	CRE-07	Regulación de la contaminación por residuos líquidos y sólidos.	Se sugiere en la **MIA** considerar medidas para evitar la contaminación por residuos líquidos y sólidos.
P00-0/01	CRE-22	Evitar la contaminación visual, los impactos sobre la calidad escénica o la degradación de atractivos naturales por el desarrollo de infraestructura.	Se sugiere en la **MIA** considerar medidas para evitar la contaminación visual, los impactos sobre la calidad escénica y la degradación de atractivos naturales.
700-0/01 200-0/02 100-0/03 100-0/01	CRE-25	Se elaborarán programas específicos de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción.	Se sugiere en la **MIA** considerar un Programa de manejo de flora y fauna con medidas de protección y recuperación de especies prioritarias y poblaciones de flora y fauna en peligro de extinción.
700-0/01 200-0/02 100-0/03 100-0/01	CRE-29	Se deberán restaurar y recuperar las áreas de matorral desértico con especies nativas, no invasoras de mezquite, a niveles históricos de hace 50 años.	Tomando en consideración que el 53% de la vegetación afectada es matorral desértico, se sugiere implementar un Plan de Reforestación que atienda los criterios restauración y recuperación previstos en este **CRE**.

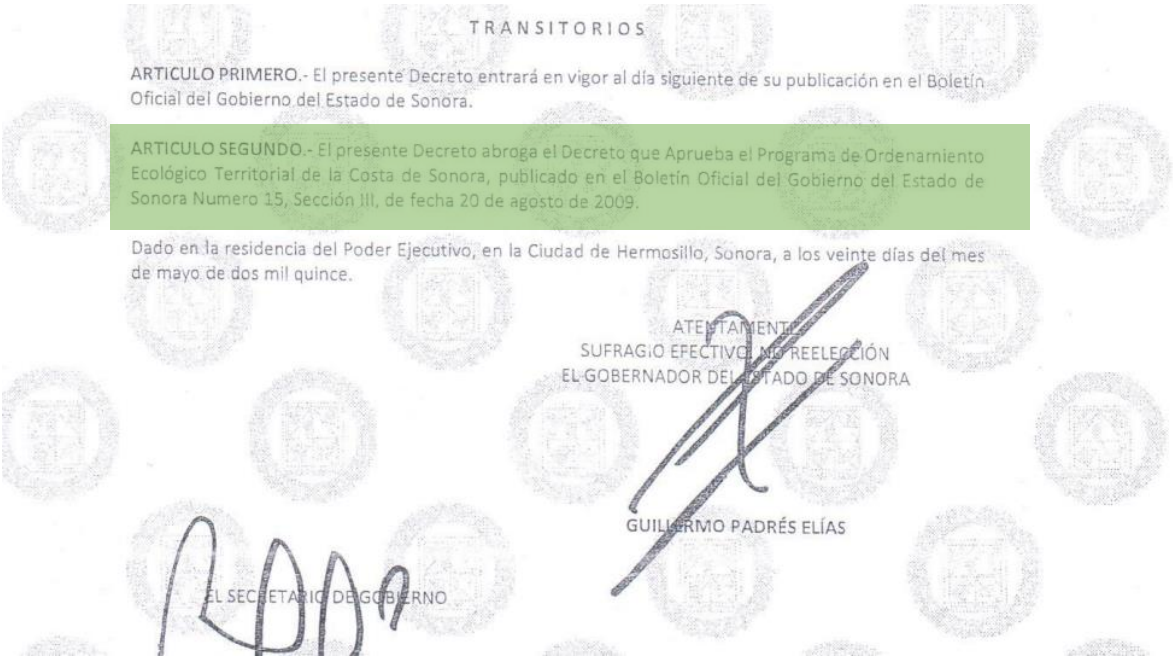
Tomando en consideración que el artículo **60 TER** de la **LGVS** establece la prohibición de la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico; del ecosistema y su zona de influencia, etc.; o que provoque cambios en sus características y servicios ecológicos; se realizó un análisis más exhaustivo de la **UGA 500-0/01** y la aplicación del **CRE-01**, verificándose que **el Proyecto no incide en vegetación forestal.**

Conclusión

Del análisis realizado a los lineamientos ecológicos, **CRE** y estrategias ecológicas aplicables a las **UGA** del **POETS** en las que incide el Proyecto, no se identificaron posibles restricciones para su realización. No obstante, se recomienda tomar en consideración al momento del diseño, construcción y operación del Proyecto, lo previsto en los **CRE** 01, 06, 07, 22, 25 y 29, en particular, se sugiere corroborar en sitio la ausencia de afectación a la vegetación forestal.

III.9.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa del Estado De Sonora

Mediante el decreto por el que se aprueba el **POETS**, publicado en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado (**BOGE**) Numero 41, Sección III de 21 de mayo de 2015, específicamente en su artículo transitorio segundo, se determina abrogar el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa del Estado de Sonora (**POECSON**) publicado el 20 de agosto de 2009, tal y como se puede apreciar a continuación:



TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.- El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora.

ARTICULO SEGUNDO.- El presente Decreto abroga el Decreto que Aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora, publicado en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora Numero 15, Sección III, de fecha 20 de agosto de 2009.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo, en la Ciudad de Hermosillo, Sonora, a los veinte días del mes de mayo de dos mil quince.

ATENTAMENTE
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCIÓN
EL GOBERNADOR DEL ESTADO DE SONORA

GUILLERMO PADRÉS ELÍAS

EL SECRETARIO DE GOBIERNO

En tal sentido y al ser un ordenamiento abrogado y por lo tanto ya no encontrarse vigente, no resulta aplicable al desarrollo del Proyecto.

III.9.3. Programas de Ordenamiento Ecológico de Carácter Municipal

En este apartado se analizan los **POT** del orden municipal, para esto, fueron revisados los periódicos oficiales de cada uno de los estados dentro de los cuales se encuentran, así como las páginas oficiales de cada una de las demarcaciones. Con base en ello, fue posible corroborar como se mencionó anteriormente, que para el estado de Chihuahua en materia municipal únicamente se han publicado los ordenamientos ecológicos de los municipios de Chihuahua y Juárez, los cuales no le resultan aplicables al Proyecto, por lo que no existen directrices locales que se vinculen con el desarrollo del ducto. En el caso de Sonora, si bien existen **POET** municipales y regionales, de la revisión realizada, se desprende que no inciden en la trayectoria del Proyecto, por lo que no le resultan aplicables.

III.10. Instrumentos de Planeación

Los planes y programas de desarrollo son instrumentos formales y legales por medio de los cuales la administración pública encabezada por el órgano ejecutivo, fija los objetivos de su gobierno durante su gestión, por lo que es un instrumento que sirve de base en la creación y aplicación de políticas públicas en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, según las necesidades presentes y futuras del país, con el fin de lograr una transición positiva del país en áreas de importancia.

En el siguiente apartado se presenta la vinculación y justificación del Proyecto con cada uno de los que resultan aplicables. Así también, se esbozan las diferentes necesidades de la población y las estrategias gubernamentales para cubrir cada una de estas. En este contexto, a continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con los distintos planes de desarrollo nacionales y locales.

III.10.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019- 2024

El Plan Nacional de Desarrollo 2019- 2024 (**PND**), publicado el 17 de julio de 2019 en el **DOF**, establece el programa de gobierno a seguirse en el presente sexenio, conviniendo acciones que buscan fomentar el desarrollo integral y sustentable del país.

Este Plan articula un conjunto de objetivos, estrategias y líneas de acción en torno a tres aspectos fundamentales para el desarrollo nacional:

1. Política y Gobierno.
2. Política Social.
3. Economía.
4. Epílogo.

En este análisis se vinculará el Proyecto con el **PND**, pues como se aprecia a continuación, el Proyecto contribuirá a la consecución de su contenido y en particular a la política social en su apartado de Desarrollo Sostenible, así como, contribuirá al desarrollo de la economía mexicana con la generación de energías más eficientes y la inversión que el Proyecto representa. El **PND** se encuentra dividido en cinco capítulos y ofrece como presentación una reflexión sobre las oportunidades para fomentar y crecer principalmente en materia de seguridad, en el aspecto social, seguridad y respeto a los derechos fundamentales de la sociedad.

En ese sentido, por lo que hace al segundo aspecto fundamental del **PND** se encuentra la Política Social**,** mismo que a su vez incluye un rubro de Desarrollo sostenible**.** En esta sección se expone que el Gobierno Mexicano impulsara el desarrollo sostenible en virtud de que implica un bienestar en la sociedad actual y en futuras generaciones; para lo cual se deberán tener en cuenta *"mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico."* Lo anterior, se traduce en que se fomentará el crecimiento económico a través de proyectos que impliquen una explotación sustentable de los recursos naturales sin que provoquen afectaciones irreversibles al medio ambiente de la Nación

Ahora bien, en el apartado respecto al tema de Economía, también se detectó que se busca el aliento a la inversión privada como factores que impulsen la economía de la Nación. En este sentido, el Proyecto se encuentra acorde a las directrices establecidas en el **PND**, al contribuir con el impulso de la economía. En congruencia con lo que plantea el **PND**, el promovente busca concretar un proyecto consciente de que la tarea del desarrollo y el crecimiento corresponde a todos los actores de la sociedad. De esta forma se busca cooperar con el Estado a que el crecimiento y el desarrollo surjan de abajo hacia arriba. El promovente busca hacer así una contribución al desarrollo sustentable del país, que como se ha expuesto en este apartado es plenamente compatible con los objetivos, estrategias y planes de acción del **PND**.

III.10.2. Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2024

La Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2024 (**ENOT**) se publicó en el **DOF** el día 9 de abril de 2021, es el instrumento rector que, bajo un enfoque sistémico, configura la dimensión espacial y territorial del desarrollo de México en un horizonte de largo plazo hacia el 2020-2040. Con la **ENOT** se sientan las bases de la rectoría del Estado en la política nacional del **OT**.

La **ENOT** tiene propósitos de bienestar común con un horizonte de largo plazo hacia 2040, transversal a la actuación de las distintas esferas del poder público sobre el **OT**; con este fin, la **ENOT** contiene más de 400 Lineamientos Regionales y 76 Lineamientos Generales agrupados en diez Objetivos Prioritarios y tres Ejes Nacionales. De esta forma, la **ENOT** está estructurado de la siguiente forma:

1. Marco de referencia: Establece una serie de principios, propósitos y bases jurídicas en las que descansa la estrategia nacional en las que destacan la transversalidad, sostenibilidad, equidad, reconocimiento de derechos humanos a la propiedad ejidal, medio ambiente, entre otros.
2. Sistema Nacional Territorial: Estado Actual y Tendencias: Se realiza un diagnóstico del estado actual que guardan ciertos componentes ambientales como el territorio, clima, relieve, suelos y de servicios e infraestructura existente dentro del territorio mexicano y se realiza una proyección a futuro en las que se destaca la transición energética, cambio climático, crecimiento de la población, crisis del agua, economías emergentes, entre otras cosas.
3. La Estrategia: Se establecen 3 ejes nacionales principales en los que se busca establecer el parámetro de desarrollo del ordenamiento territorial para el futuro con la finalidad de alcanzar el estado deseado y la proyección antes establecida. Dichos ejes nacionales son:1) Estructuración Territorial, 2) Desarrollo Territorial, y, 3) Gobernanza Territorial. De esta forma también se establecen metas, objetivos prioritarios y lineamientos generales aplicables a las zonas definidas dentro del territorio
4. Mecanismos para la implementación, seguimiento y evaluación: Se establece la forma en que se podrá evaluar y proyectar los resultados de la implementación de la **ENOT** y la proyección a futuro realizada.

De esta forma y en virtud de que el Proyecto se ubica en los estados de Chihuahua y Sonora, a continuación, se presenta una vinculación con las metas, estrategias, objetivos y lineamientos aplicables al Proyecto:

Tabla III. 60. Vinculación del Proyecto con las Metas establecidas en la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial 2020-2024.

Meta	Vinculación con el Proyecto
Meta 11. Innovación e industria. En 2040, el sector manufacturero y la innovación en México mostrarán un crecimiento del doble de su capacidad actual, se	Se relaciona con la meta antes planteada al tratarse de un Proyecto que interconectará los sistemas de transporte de gas natural de México y los Estados Unidos. Representa la implementación de nueva infraestructura necesaria para el desarrollo del país y poder atender

Meta	Vinculación con el Proyecto
incrementará la competitividad y existirá un uso más sostenible de los recursos.	requerimientos en materia de energía y demás servicios relacionados.
Meta 14. Comunidades sostenibles. De 2020 a 2040, México aumentará el acceso a viviendas adecuadas y con servicios básicos, seguros y asequibles; mejorará los barrios marginales, logrando reducir a la mitad el rezago social en la calidad y espacios de la vivienda, así como en los servicios básicos como drenaje, agua, energía eléctrica e internet.	El Proyecto se vincula con la meta anterior, en el sentido que su implementación representa una importante inversión para las comunidades por donde pasará, contribuyendo a la derrama económica, aumento de los ingresos y de la inversión social a través de los distintos programas que se implementarán para ampliar los impactos positivos del Proyecto.
Meta 18. Gestión integral de los residuos sólidos. México reducirá el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades en 2040, mediante el impulso de una economía circular y prestando especial atención a la calidad del aire y a la gestión de los residuos sólidos y de otro tipo de contaminantes en 80% de los municipios.	En relación a la meta antes plasmada el Proyecto se encuentra acorde, en virtud que dentro de su implementación se contempla un Plan Integral de Manejo de Residuos en el cual se busca dar el tratamiento especial a cada uno de acuerdo a su naturaleza y composición reduciendo riesgos y contaminantes del mismo.

En relación con la vinculación antes expuesta, se advierte que existen lineamientos generales y específicos que impulsan el desarrollo del Proyecto, en el sentido de que se busca un desarrollo sostenible en el que coexisten actividades económicas con factores ambientales y se dé continuidad a los servicios que estos provocan un correcto desarrollo del medio ambiente. En tal sentido se estima que el Proyecto es congruente con las directrices que emanan de la **ENOT**.

III.10.3. Programa Sectorial de Energía 2020-2024

El Programa Sectorial de Energía (**PROSENER**) se publicó en el **DOF** el 8 de julio de 2020, este es el instrumento rector de planeación que integra objetivos y estrategias prioritarios con acciones puntuales que conducirá SENER como cabeza de sector, coordinadamente con las **EPE**, los órganos administrativos desconcentrados, las entidades paraestatales y los órganos reguladores coordinados.

Es así que, en el **PROSENER** se expresan los objetivos prioritarios, estrategias prioritarias, acciones puntuales y metas de las dependencias y organismos del sector energético, este se elaboró con el fin de dar cumplimiento a las previsiones contenidas en el **PND**. Es así que, este contiene los objetivos prioritarios, prioridades y políticas que rigen el desempeño de las actividades del sector energético del país. Asimismo, contiene estimaciones de recursos y determinaciones relativas a diversos instrumentos y responsables de su ejecución.

En la elaboración del **PROSENER** se consideran los resultados de foros de consulta, mesas sectoriales y foros regionales, llevados a cabo para la conformación del **PND**. El documento parte

de un diagnóstico, en el que se presenta un recuento de la situación actual del sector energético y de los principales retos que se están enfrentando en la presente Administración.

En función de ello, el principal objetivo del **PROSENER** es orientar las acciones a la solución de los obstáculos que limitan el abasto de energía, para promover la construcción y modernización de la infraestructura del sector y la modernización organizacional. Lo anterior, tanto de la estructura y regulación de las actividades energéticas, como de las instituciones y empresas del Estado. Cada uno de los objetivos del programa está vinculado con los objetivos, estrategias y líneas de acción del PND. Esto, a través de objetivos prioritarios, tal y como lo son:

1.- Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.

2: Fortalecer a las empresas productivas del Estado mexicano como garantes de la seguridad y soberanía energética, y palanca del desarrollo nacional, para detonar un efecto multiplicador en el sector privado.

3: Organizar las capacidades científicas, tecnológicas e industriales que sean necesarias para la transición energética de México a lo largo del siglo XXI.

4: Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional.

5: Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo.

6: Fortalecer al sector energético nacional para que constituya la base que impulse el desarrollo del país como potencia capaz de satisfacer sus necesidades básicas con sus recursos, a través de las empresas productivas del Estado, las sociales y privadas.

Asimismo, para identificar si las acciones para el logro de los resultados están teniendo la incidencia esperada o si es necesario reorientarlas, el programa incluye una serie de indicadores. Estos también sirven para medir el nivel de desempeño esperado respecto a cada meta y objetivo planteado, y establecer límites o niveles máximos de logro y enfocar las acciones hacia resultados.

En este sentido a continuación se describen los objetivos de este Programa Sectorial que guardan una relación con el sector energético, dentro del cual se encuadra el Proyecto.

Tabla III.61. Vinculación con el . Programa Sectorial de Energía 2020-2024.

Objetivo	Estrategia	Acción puntual	Vinculación con el Proyecto
6.4.- Relevancia del Objetivo prioritario 4: Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las	Estrategia prioritaria 4.2 Reducir la emisión de GEI mediante tecnologías aplicables a los diversos procesos; así como capturar	4.2.4 Incentivar en la sociedad la corresponsabilidad y el uso racional de la energía para su aprovechamiento eficiente.	Como se ha mencionado anteriormente, el Proyecto se encuentra estrechamente relacionado con el transporte de gas natural. De esta forma, es fundamental destacar que el gas natural es considerado como una fuente confiable y eficiente para la generación del recurso energético, por lo que su implementación y desarrollo se encuentra alineado a las directrices establecidas en el **PROSENER**.

Objetivo	Estrategia	Acción puntual	Vinculación con el Proyecto
energías en el territorio nacional	por medios naturales y mitigar las emisiones, a través de acciones de eficiencia y aumento del rendimiento energético		De igual forma, el uso de gas natural implica una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que son producidas por el uso de combustibles fósiles convencionales para la creación de energía, por lo que contribuye a la mejora en el cambio climático, además de que el Proyecto cumplirá cabalmente con toda la normativa en materia de emisiones, buscando reducir en todo momento las posibles emisiones que se puedan generar.

En suma, de lo anterior, el Proyecto está totalmente alineado con los objetivos establecidos en el Programa Sectorial de Energía 2020-2024, en el que se establece como objetivo el elevar la eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional para fomentar un sistema confiable.

III.10.4. Plan Estratégico 2020-2022 de la Comisión Reguladora de Energía

Este plan, fue elaborado, con la intención de asegurar que la planeación institucional se alinee a las directrices planteadas por el ejecutivo federal a través de la política energética. En este sentido, para su redacción, se llevaron a cabo diversos talleres y reuniones de trabajo en los que se definieron las líneas de acción generales de mayor relevancia que deben incluirse como parte de los elementos de la planeación estratégica de la **CRE**: misión, visión, valores, objetivos estratégicos, líneas de acción generales y los indicadores de desempeño.

En tal sentido, el Plan Estratégico 2020-2022 está alineado al **PND**, en el punto II. Política Social con el tema Desarrollo Sostenible y en el punto III. Economía con los siguientes temas:

-Detonar el crecimiento.

- Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada;

- Rescate del sector energético;

- Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.

Bajo este contexto, a continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con este Plan:

Tabla III.62. Vinculación con el Plan Estratégico de la Comisión Reguladora de Energía.

Plan Estratégico		
Objetivo estratégico	Líneas de acción generales	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 3.- Cobertura nacional de productos y servicios energéticos	LAG 3.1 Promover el acceso a petrolíferos, gas LP, gas natural y electricidad en todos los municipios del país	El Proyecto se alinea con estos objeticos y líneas de acción, en el sentido que, coadyuva en el fortalecimiento a la eficiencia del Sistema Energético Nacional

Plan Estratégico		
Objetivo estratégico	Líneas de acción generales	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 4.- Confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro de productos energéticos.	LAG 4.1 Reforzar el proceso de actualización y desarrollo de regulación para orientar a la industria a mejores resultados en beneficio del usuario final LAG 4.2 Asegurar la calidad de los productos energéticos	mediante el desarrollo del sistema de transporte de gas natural. Esto es así, ya que al tratarse de la construcción y operación de un Proyecto que tiene como finalidad ser parte integral del sistema de transporte y almacenamiento nacional integrado de gas natural, se garantiza el servicio en la zona, la que es considerada como una fuente alternativa a los combustibles fósiles convencionales, lo que en consecuencia contribuirá a mejorar la calidad del aire al prevenir la contaminación atmosférica.

III.10.5. Plan Estatal de Desarrollo de Chihuahua 2022-2027

El Plan Estatal de Desarrollo de Chihuahua 2022-2027 (**PEDCH**) fue publicado en el **POE** el 07 de mayo de 2022 y es el documento rector del Sistema Estatal de Planeación Democrática, el cual contiene las directrices generales y líneas estratégicas de acción que el gobierno del estado instrumentará en los próximos seis años. Su función es proponer soluciones para atender las problemáticas más apremiantes de la población, a partir de un diagnóstico de las condiciones que prevalecen en los ámbitos social, económico y político.

De esta forma, su esquema de elaboración se plantea 5 ejes rectores y 4 temas transversales que son los siguientes:

1) Eje Rector 1. Salud, desarrollo humano e identidad Chihuahua.
2) Eje Rector 2. Crecimiento económico innovador y competitivo.
3) Eje Rector 3. Ordenamiento territorial moderno y sustentable.
4) Eje Rector 4. Seguridad humana y procuración de justicia.
5) Eje Rector 5. Buen gobierno cercano y con instituciones sólidas.
6) Tema transversal: Participación ciudadana.
7) Tema transversal: Transparencia y rendición de cuentas.
8) Tema transversal: Igualdad y equidad de género.
9) Tema transversal: Respeto de los derechos humanos.

De esta forma, de acuerdo al cuerpo del **PEDCH** se ha identificado que los ejes rectores que aplican para el Proyecto son el Eje Rector 2. Crecimiento económico innovador y competitivo y Eje Rector 3. Ordenamiento territorial moderno y sustentable, de las cuales se realiza una vinculación con las políticas públicas, objetivos y estrategias aplicables al Proyecto:

Tabla III.63. Vinculación del Proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Chihuahua 2022-2027.

Ejes Rectores, objetivos, estrategias	Vinculación con el proyecto
Eje Rector 2. Crecimiento económico innovador y competitivo Política pública: Desarrollo energético sustentable. Objetivo. Promover el gran potencial energético con que cuenta el estado y brindar asesoría integral a los participantes, para detonar un desarrollo energético sustentable a través de un organismo rector del sector, que facilite e impulse la inversión pública y privada para la ampliación y modernización de la infraestructura energética, para la atención de usuarios de los sectores productivos, social y de servicios del estado. Estrategias • Implementar políticas públicas para el desarrollo de programas que impulsen la planeación y el ordenamiento del sector energético estatal. Acciones: 3. Establecer políticas públicas para el uso y aprovechamiento de hidrocarburos principalmente de gas natural. Estrategias • Promocionar e impulsar la inversión en el sector energético del estado. Acciones: 1. Incrementar la promoción para atracción e impulso a la inversión en obras del sector eléctrico y sector hidrocarburos del estado…	En atención a las políticas, objetivos y estrategias antes planteadas, es fundamental destacar que dichas directrices representan un impulso para el desarrollo del Proyecto, en virtud de que las acciones del estado se encuentran encaminadas al apoyo de inversión e infraestructura dentro de la entidad. De igual forma, el Proyecto no solo representa la inversión en materia de infraestructura en la región, sino que representa una inversión directa dentro del estado y de los municipios a impactar, por lo que coadyuva a los ingresos y desarrollo del estado a lograr el escenario ideal en el que se combinen los ámbitos, social, económico, y medio ambiente. Por último, y como se ha mencionado a lo largo del presente capítulo el Proyecto de igual forma contribuye a la creación de empleos formales ya sean directos o indirectos relacionados con las actividades a desarrollar y por lo tanto también representa un beneficio socio-económico en la región y que coadyuva al escenario ideal del **PEDCH**.
Eje Rector 3. Ordenamiento territorial moderno y sustentable. Política pública: Cambio climático y cuidado del medio ambiente. Objetivo. Impulsar acciones que garanticen un medio ambiente sano y un desarrollo sustentable del territorio, la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas, promoviendo la mitigación y adaptación al cambio climático. Estrategias • Impulsar el programa estatal de educación ambiental. Acciones: 4. Realizar campañas de difusión y comunicación en materia del cuidado del medio ambiente. Estrategias	En atención al eje, política, objetivo y estrategias el Proyecto es congruente con dichas directrices en relación a que se encuentra acorde a la normatividad ambiental en materia y su desarrollo estará amparado por todos los permisos, licencias, autorizaciones, dictámenes entro otros en los tres ámbitos de gobierno. De igual forma la promovente dará el trato indicado por las normas oficiales mexicanas y normativa aplicable a los residuos sólidos destinando zonas específicas para su almacenamiento temporal y disposición ante un tercer autorizado o al municipio correspondiente. Por último, al tratarse de un Proyecto que será fundamental para atender requerimientos de gas natural, este es congruente en relación que se cumple la práctica de eficiencia energética y se atiende una gran demanda de la misma.

Ejes Rectores, objetivos, estrategias	Vinculación con el proyecto
• Implementar mecanismos y acciones para mejorar la gestión y disposición final de residuos sólidos. Acciones: 2. Coadyuvar a la elaboración de proyectos de modernización y mejoramiento de la infraestructura y equipamiento municipal para una adecuada gestión y disposición final de residuos sólidos. • Implementar programas y acciones para el mejoramiento de la calidad del aire en el estado. Acciones: 3. .Impulsar programas y mecanismos voluntarios para reducir la contaminación atmosférica antropogénica. • Implementar acciones que contribuya a la disminución la deforestación en el estado. Acciones: 2. Impulsar una coordinación entre los tres órdenes de gobierno, para mejorar la gestión del uso de suelo, y evitar la pérdida de cubierta vegetal.	La Promovente, en el momento que someta a evaluación los **ETJ** para el **CUSTF**, buscará incidir y apoyar las acciones derivadas de los programas de reforestación que en su caso se encuentre aplicando las autoridades estatales de Chihuahua.

En atención a la vinculación antes realizada del Proyecto con el **PEDCH,** se distingue que dicho programa comprende ejes, objetivos, políticas y estrategias que impulsan y apoyan el desarrollo de proyectos de infraestructura de gas que generen una competitividad y representen un beneficio para la entidad. En ese tenor, el Proyecto velará en todo momento que los recursos y componentes ambientales presentes en el AI dentro de la entidad no se afecten, compensando los efectos que pueda tener para lograr un equilibrio con el medio ambiente.

III.10.6. Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2021 – 2027

El Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2021 – 2027 (**PEDS**) se realizó mediante un diagnóstico de las condiciones actuales que presenta el estado en materias de medio ambiente, cultura, desarrollo económico, desarrollo laboral, salud, bienestar entre otros para lograr identificar los sectores vulnerables y aptos para su mejora mediante la implementación de ejes rectores, ejes transversales y programas sectoriales.

Bajo este contexto el **PEDS** define 4 ejes rectores:

Eje Rector 1. Un gobierno para todas y todos,

Eje Rector 2. El presupuesto social más grande de la historia,

Eje Rector 3. La igualdad efectiva de los derechos,

Eje Rector 4. Una coordinación histórica entre desarrollo y seguridad,

De esta forma cada eje rector se compone de una visión, diagnóstico objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores de impacto que buscan establecer el marco de acciones a tomar para mejorar la situación actual del estado en ciertas materias. Bajo este razonamiento y a continuación se presenta una vinculación exhaustiva con los ejes, objetivos, estrategias y líneas de acción que resultan aplicable al Proyecto.

Tabla III.64. Vinculación con el Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2021 – 2027.

Ejes Rectores, objetivos, estrategias y líneas de acción	Vinculación con el proyecto
Eje Rector 2. El presupuesto social más grande de la historia Objetivo 4: Política social y solidaria para el bienestar. Estrategia: Mejorar el acceso a suelo y vivienda para reducir el rezago existente en la población en situación de pobreza y grupos históricamente vulnerados, con el fin de orientar el crecimiento y desarrollo de las ciudades. Líneas de acción: 3. Proveer de servicios y ayudas sociales a la población en situación de pobreza extrema, especialmente a población de los pueblos indígenas y personas en situación de calle 6. Propiciar la colaboración entre los sectores público, social y privado en el diseño de programas o acciones para atender las necesidades de empleo, salud, alimentación, vivienda y recreación, entre otras, de las familias en situación de pobreza.	En relación con lo anterior, es claro que el Plan impulsa y apoya el desarrollo del social de la entidad como prioridad. En ese sentido, el Proyecto se encuentra implícito en las líneas de acción a implementar, dado que generará empleos y contribuirá con los ingresos de las familias en la zona, favoreciendo al mejoramiento del nivel de vida de la población. Asimismo, el Proyecto prevé un plan de gestión social para atender las comunidades que pudieran resultar afectadas en el AI, así como un plan de inversión social que atenderá las necesidades sociales de las comunidades. Estos programas buscarán implementarse en colaboración con las autoridades locales, para maximizar su impacto y su vinculación con los programas de desarrollo de la entidad.
Eje Rector 4. Una coordinación histórica entre desarrollo y seguridad Objetivo 9: Reactivación del crecimiento económico con finanzas sanas. Estrategia: Impulsar las ventajas competitivas de Sonora en sectores estratégicos para fomentar un desarrollo equilibrado y sostenible. Líneas de acción: 1. Promover activamente la ubicación estratégica de Sonora para posicionar al estado como un núcleo logístico líder en mercados nacionales y globales	El Proyecto es un ejemplo de aprovechamiento de las ventajas competitivas de Sonora en sectores estratégicos, en particular, en el sector energético, dada la proximidad con los estados unidos y la salida al mar, que le permitirá exportar el gas natural que se produce en Texas hacia mercados de Asia y el Pacífico. Asimismo, el Proyecto representa una inversión económica en infraestructura y servicios que genera un desarrollo sustentable y económico importante para el estado y municipios en los que se implementará el Proyecto. Bajo este contexto se estima congruente con los ejes, objetivos y líneas de acción que emanan del **PEDS**

Bajo lo expuesto anteriormente, queda demostrado que el **PEDS** es un instrumento que explícitamente impulsa el desarrollo del Proyecto dentro de la entidad, porque trae consigo ciertos beneficios en materia de infraestructura, desarrollo económico, social y sustentable dentro de la región. Por lo tanto, se estima que el Proyecto es congruente con dicho ordenamiento de planeación.

III.11. Instrumentos de Planeación en Materia de Desarrollo Urbano

En términos de lo dispuesto por el artículo 115 de la **CPEUM**, los municipios, están facultados entre otras cosas; para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal conforme a las leyes y reglamentos que determinen los estados en el ámbito de sus competencias. Esta prerrogativa constitucional, se traduce en la función de autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, por medio del otorgamiento de licencias y permisos para el desarrollo de Proyectos que se emplacen dentro de su jurisdicción.

Dicho esto, en el presente apartado, se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos oficiales emitidas por cada demarcación municipal, secretarías estatales, así como, se sometieron solicitudes de transparencia, con la finalidad de confirmar la inexistencia de los instrumentos en materia de desarrollo urbano para los municipios de Chihuahua y Sonora.

De la revisión realizada a la base de datos municipal y estatal, no se encontró información sobre algún plan municipal de desarrollo urbano del estado de Chihuahua aplicable al Proyecto. por su parte, en Sonora, de acuerdo con el **SEIOT**, se identificó que el Proyecto incide en el **PEOTDUS**, el **PROTC** y el **PDUPL.** A continuación, se describen los principales hallazgos realizados.

III.11.1. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Sonora

De acuerdo con la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Gobierno el Estado de Sonora (**SIDUR**), el **PEOTDUS** no se publicó en el **BOGE** debido a que no se concretó el proceso de aprobación y publicación, sin embargo, se utiliza como referencia para la elaboración de los programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano de la entidad, mismos que si han sido aprobados y publicados conforme a la normatividad estatal vigente, como se corroborará más adelante.

En ese sentido, para comprender los alcances de los programas regionales y municipales de ordenamiento territorial y desarrollo urbano en los que incide el Proyecto, a continuación, se describen los objetivos, las estrategias y las líneas de acción establecidas en el **PEOTDUS.**

El **PEOTDUS** persigue como objetivos ordenar el patrón de ocupación territorial del estado de Sonora, mediante la consolidación del proceso de elaboración y operación de **PDU** que tengan plena vigencia técnica y jurídica, para orientar el crecimiento de los centros de población y de sus regiones de influencia; compatibilizar los usos del suelo con las actividades productivas para una mejor calidad ambiental en los centros de población del estado y promover la constitución de reservas territoriales en los centros de población para ampliar la oferta de suelo urbanizable, entre otros.

A tales fines, establece estrategias sectoriales que constituyen lineamientos generales de acción para el cumplimiento de los objetivos propuestos y que marcan la pauta para los actos previsibles de la planeación urbana en el estado e inciden en el ordenamiento territorial de la población y sus actividades productivas, así como de acciones particulares que deberán contener los **PDU** de los centros de población:

- Estrategia General de Desarrollo Urbano.

- Estrategia de Desarrollo para el Ordenamiento Regional.
- Estrategia para el Ordenamiento de los Centros de Población.

El **PEOTDUS** divide el territorio del estado en cuatro Mesoregiones: Región Frontera, Región Centro, Región Sierra y Región Sur, las que a su vez se dividen en diferentes sub-regiones que se establecen como Unidades Territoriales Básicas (**UTB**) para tener una mayor aproximación específica a las necesidades de los municipios, sus condiciones físicas naturales, económicas y sobre todo de sus habitantes.

Dado su ubicación, el Proyecto incide en la Región Frontera, específicamente en la **UTB** Caborca, tal y como se puede observar en la imagen 25 siguiente.

Para la **UTB** Caborca, la Estrategia General de Desarrollo Urbano establece que se deberán elaborar y/o actualizar los **PDU** para la totalidad de las cabeceras municipales y localidades relevantes, así como sus derivados parciales y sectoriales que cuenten con plena vigencia jurídica, para orientar un desarrollo sustentable en los centros de población.

Por su parte, la Estrategia de Desarrollo para el Ordenamiento Regional se orientará al establecimiento de una articulada relación entre centros de población y regiones para estructurar un Sistema Urbano Estatal que tomará como referentes el nivel de desarrollo económico-social del centro de población, el alcance regional y áreas de influencia, las ventajas comparativas y especialización productiva y las políticas aplicables de impulso, consolidación y ordenamiento de las actividades productivas, distribución poblacional y espacio territorial.

Finalmente, la Estrategia para el Ordenamiento de los Centros de Población define las políticas relativas al sector que deberán implementarse, sus objetivos, acciones estratégicas e instrumentación, entre las que se encuentran la planeación del desarrollo urbano, los **PDU** de centros de población, los programas parciales de desarrollo urbano y el sistema de información para el desarrollo urbano estatal.

Conclusión

Con base en las estrategias sectoriales que aplican a la **UTB** Caborca y tomando en consideración que este Programa no es un instrumento normativo que imponga modalidades al uso de suelo urbano, **no se identifican en el PEOTDUS restricciones para el desarrollo del Proyecto.**

III.11.2. Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica Caborca

El **PROTC** fue publicado en el **BOGE** Número 35, Sección III, de 30 de octubre de 2017 e incluye los municipios de Caborca, Altar, Atil, Oquitoa, Pitiquito, Sáric y Tubutama en el estado de Sonora. Persigue como objetivos estratégicos alcanzar la visión[5] establecida para la **UTB** Caborca, con el apoyo de las políticas y las estrategias definidas e instrumentadas a partir del diagnóstico de la

[5] La visión o imagen-objetivo de la región refleja el futuro deseable para la **UTB** y fue redactado a partir de las ideas aportadas por la comunidad. Expresa las aspiraciones colectivas de un desarrollo sustentable que explote al máximo el potencial de la región, sin comprometer la viabilidad hacia el futuro.

situación territorial, social y económica de la región. Los objetivos estratégicos abarcan aspectos tales como la planeación del desarrollo urbano y regional, infraestructura, desarrollo social y económico, recursos naturales y conservación del medio ambiente, entre otros.

A tales fines, el **PROT-SLRC** comprende:

- **Antecedentes**: incluye la presentación, la justificación y las bases jurídicas del Programa;
- **Caracterización y Diagnóstico**: la caracterización de los procesos naturales, sociales y económicos presentes en la región, así como la evaluación de los impactos y la determinación de la aptitud de uso territorial;
- **Prospectiva**: formula diversos escenarios de futuro, a fin de definir la imagen objetivo y los objetivos estratégicos, así como las metas a alcanzar en el proceso de ordenamiento del territorio de la **UTB**.
- **Estrategia**: se basa en el diagnóstico y en el ejercicio de prospectiva, en este punto se definen las políticas y estrategias territoriales que se requieren para alcanzar los objetivos planteados.
- **Programación**: define las líneas de acción y la cartera de proyectos estratégicos identificados para la **UTB** en función de la estrategia territorial y de su programación en el corto, mediano y largo plazo, indicándose también la corresponsabilidad entre los sectores privado, social y público, en sus tres niveles.
- **Instrumentos**: En este apartado se identifican y establecen los instrumentos para la aplicación del Programa, los instrumentos de regulación, de fomento, financieros, para la concurrencia y coordinación de acciones, de evaluación y seguimiento.

Para el alcance de los objetivos estratégicos del **PROTC**, se establecieron metas que expresan con precisión las condiciones que se desean alcanzar para la región, así como líneas de acción que señalan el ámbito y la dirección en que operarán los proyectos para hacer posible o materializar tales condiciones.

Asimismo, se zonificó el Programa en cinco Unidades Territoriales de Planeación (**UTP**) claramente diferenciadas, tanto por sus características naturales como por los procesos socioeconómicos y por las problemáticas que en éstas se desenvuelven, para cada una de las cuales se definieron políticas y estrategias específicas, atendiendo puntualmente a las particularidades y las necesidades de cada una de estas zonas:

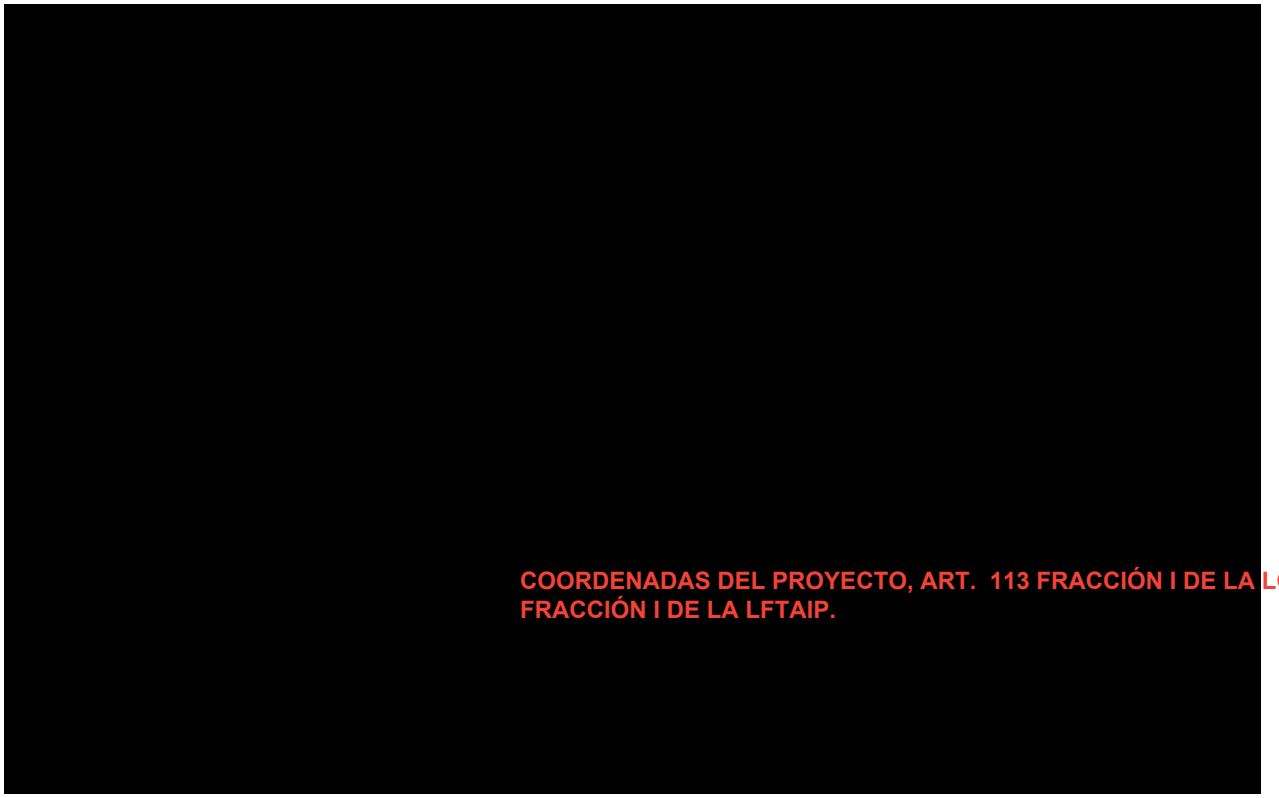
1. UTP Caborca,
2. UTP Altar – Pitiquito,
3. UTP Oquitoa - Atil - Tubutama – Sáric,
4. UTP Costa Caborca – Pitiquito,
5. UTP Frontera Caborca - Altar – Sáric.

En cuanto a la aptitud de los usos del suelo, el **PROTC** los clasifica y agrupa de manera general tomando en cuenta la similitud en sus funciones y los impactos que generan sobre el medio ambiente, respetando los usos particulares de escalas de planificación más detallada establecidos en los **PDU** de los centros de población que lo componen.

En ese sentido, dispone que los usos de suelo deberán ser revisados y aprobados por los municipios correspondientes, según su localización y los límites oficiales del territorio, así como deberán tener consistencia con lo establecido en los **PDU** de cada centro de población. Dichas autoridades vigilarán el cumplimiento del **PROTC** y el control sobre el uso de suelo en sus respectivos territorios, a través de diversos instrumentos como las Licencias de Uso de Suelo, las Constancias de Zonificación y las Licencias de Construcción, entre otros.

En la Figura 17 se presenta la ubicación del Proyecto con respecto al **PROTC**.

Figura III.17. Ubicación del Proyecto con respecto al Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica Caborca.



Del análisis de la zonificación establecida en el **PROTC**, se verificó que el Proyecto incide en las **UTP** (2) Altar – Pitiquito y (4) Costa Caborca – Pitiquito. En el caso de la **UTP** (2) Altar – Pitiquito, de acuerdo con el Mapa de Aptitud Territorial de Usos de Suelo, la aptitud de los usos del suelo en el trazo del Proyecto es agricultura, ganadería y forestal, mientras que en la **UTP** (4) Costa Caborca – Pitiquito es la pesca, la acuicultura y el turismo. El **PROTC** no establece restricciones para el desarrollo del Proyecto en el trazo propuesto.

Conclusión

Del análisis realizado a las políticas, las estrategias y la actitud territorial de los usos del suelo establecidos en el **PROTC**, en los que se estima incide el Proyecto, **no se identificaron posibles limitaciones para su realización relacionadas con la prohibición del giro o actividad**. Sin

embargo, dado que el **PROTC** remite a los usos particulares establecidos en los **PDU** de los centros de población que lo componen, se revisaron los **PDU** de las localidades de la **UTB** Caborca para verificar si existe algún tipo de restricción para el desarrollo del Proyecto.

III.11.3. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Pitiquito

En el municipio se identificó que el Proyecto incide en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Libertad (**PDUPL**). El **PDUPL** se adoptó mediante Acuerdo Número 68 de Cabildo del H. Ayuntamiento del Municipio de Pitiquito, de fecha 28 de junio de 2019 y su Resumen se publicó en el **BOE** Número 10, Sección II, el 01 de agosto de 2019.

El **PDUPL** tiene corno propósito disponer de un instrumento formal de planeación territorial orientado a ordenar y regular el crecimiento de la población, a fin de lograr una distribución equilibrada y sustentable de las actividades que ahí se desarrollan, así como la previsión de las necesidades de suelo, vivienda, infraestructura y equipamiento de la población.

Para alcanzar los objetivos y metas propuestos en el Programa, el **PDUPL** se rige por las políticas de desarrollo urbano siguientes:

I. **Mejoramiento.** Esta política se orienta a equilibrar los usos del suelo a efecto de permitir la definición de los corredores mixtos, el acceso a los equipamientos de salud, educación, recreación y deporte en el área urbana; jerarquizar la red de vialidad a fin de que propicie la movilidad funcional de las personas; y adecuar las zonas de salvaguarda que garanticen las condiciones de seguridad y tranquilidad de la población ante riesgos y vulnerabilidad.

II. **Crecimiento.** Tiene como objetivos adecuar la infraestructura urbana de corto, mediano y largo plazo, mediante la consideración de ejes estructuradores preexistentes como vialidades regionales, líneas eléctricas y ductos de gas natural; definir las reservas para los futuros aprovechamientos habitacionales, comerciales, mixtos e industriales; aprovechar las oportunidades de Puerto Libertad para la generación de energía, entre otros.

III. **Conservación.** Esta política tiene como objetivo la conservación del entorno natural, en particular, las áreas de especies endémicas al interior del centro de población como Punta Cirios en la Sierra Seri; impulsar el mantenimiento y limpieza de las playas y regular el crecimiento extensivo y las formas aprovechamiento de suelo para la generación fotovoltaica de energía eléctrica, con previsiones sobre el impacto en la flora y la fauna del desierto, así como las previsiones del encauzamiento natural de aguas pluviales.

Esas políticas se aplicarán en el municipio de acuerdo con la dosificación establecida para el territorio, misma que se formuló siguiendo los criterios de zonificación determinados en la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (**LGAHOTDU**). En ese sentido, se establecieron dos zonificaciones:

- **Zonificación primaria**: determina las áreas que integran y delintan el centro de población, clasificadas en suelo urbano[6], suelo urbanizable[7] y suelo no urbanizable[8].
- **Zonificación secundaria:** determina las áreas específicas que integran y delimitan el centro de población, sus aprovechamientos predominantes y delimitados como usos, reservas y destinos del suelo.

La zonificación secundaria establece ocho tipos de uso del suelo urbano, para los cuales establece las condicionantes y restricciones de construcción aplicables para cada tipología de edificio según su zonificación. En el caso del Proyecto, de acuerdo con la zonificación secundaria, se verificó que incide en las zonas: (**AC**) Área de Conservación; (**GFVE**) Generación Fotovoltaica de Energía y (**RIP**) Reserva Industria Pesada.

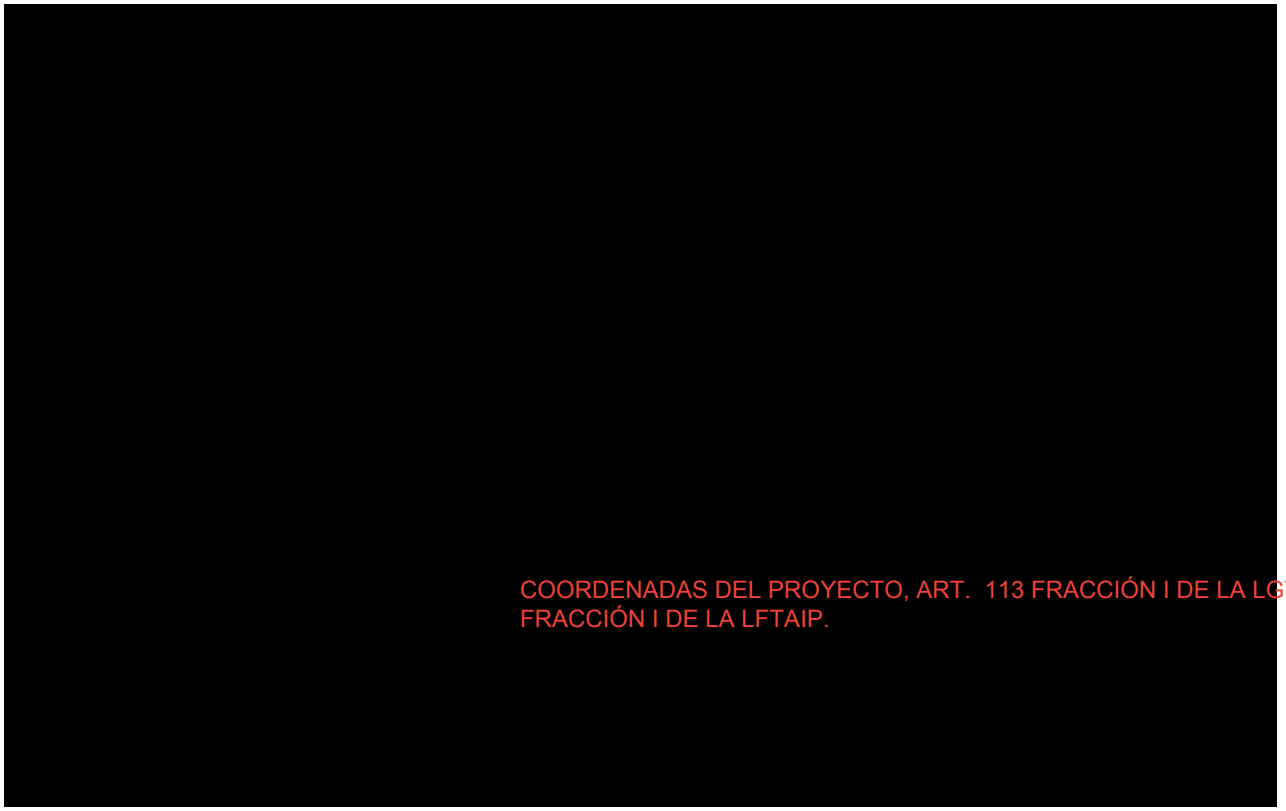
En la Figura 18 se presenta la ubicación del Proyecto con respecto al **PDUPL**.

Figura III.18. Ubicación del Proyecto en relación con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Libertad.

[6] El suelo urbano es el ocupado por infraestructura, equipamiento, instalaciones y edificaciones del centro de población.

[7] El área urbanizable es la superficie susceptible de ser urbanizada de la manera prevista en los **POT** y **PDU** que correspondan, por reunir condiciones para ser dotadas de servicios, incluidas las reservadas para el crecimiento del centro de población o para la fundación de nuevos asentamientos humanos.

[8] El área no urbanizable es la superficie que, debido a sus atributos naturales, de preservación ecológica o su condición productiva o de riesgo está sujeta a restricciones en su aprovechamiento.



De acuerdo con la Tabla de Compatibilidad de Usos de Suelo del **PDUPL**, el giro o actividad "Infraestructura, Gas Natural, Gasoducto" está permitida en los usos (**AC**) Área de Conservación; (**GFVE**) Generación Fotovoltaica de Energía y (**RIP**) Reserva Industria Pesada.

Conclusión

Del análisis cartográfico realizado, se verificó que el Proyecto incide en los usos del suelo (**AC**) Área de Conservación; (**GFVE**) Generación Fotovoltaica de Energía y (**RIP**) Reserva Industria Pesada. De acuerdo con los usos de suelo permitidos, prohibidos y condicionados establecidos en el **PDUPL**, en dichas áreas el giro o actividad "Infraestructura, Gas Natural, Gasoducto" está permitida y no se identificaron restricciones. **Por lo que, con base en lo anterior, no se identificaron en el PDUPL limitaciones para el desarrollo del Proyecto en el trazo propuesto**.

III.12. Conclusiones generales

Del análisis realizado a los instrumentos jurídicos aplicables al Proyecto, así como al territorio en el que éste se pretende instalar, se identifica que es compatible con ellos y se ajusta a los planes y programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio aplicables en la zona de interés.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

PROYECTO

“STGN SIERRA MADRE (FRONTERA-PUERTO LIBERTAD)”

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE LAS TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

PROMOVENTE

TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA:

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)

ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

Índice

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE LAS TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETRIORO DE LA REGIÓN 9
IV.1. Delimitación del área de estudio 9
IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional 12
IV.2.1. Medio abiótico 12
IV.2.2. Medio biótico 168
IV.2.3. Paisaje 333
IV.2.4. Medio socioeconómico 356
IV.2.5. Diagnóstico ambiental 367

Índice de figuras

Figura IV.1. Delimitación del SAR. 10
Figura IV.2. Unidades climáticas del SAR, AI y el Área del Proyecto. 13
Figura IV.3. Comportamiento de la temperatura mensual registrada en la Estación Altar. 16
Figura IV.4. Comportamiento de la temperatura mensual registrada en la Estación Pilares de Nacozari. 17
Figura IV.5. Comportamiento de la temperatura mensual registrada en la Estación Nuevo Casas Grandes 18
Figura IV.6. Comportamiento de la temperatura mensual registrada en la Estación Villa Ahumada. 20
Figura IV.7. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada para las 4 estaciones en las normales climatológicas. 21
Figura IV.8. Precipitación máxima mensual, normal y diaria registrada para la estación Altar. 22
Figura IV.9. Precipitación máxima mensual, normal y diaria registrada para la estación Pilares de Nacozari. 23
Figura IV.10. Precipitación máxima mensual, normal y diaria registrada para la estación Nuevo Casas Grande. 25
Figura IV.11. Precipitación máxima mensual, normal y diaria registrada para la estación Villa Ahumada. 27
Figura IV.12. Precipitación media mensual registrada para las 4 estaciones. 28
Figura IV.13. Direcciones predominantes del viento en la estación Altar, Sonora. 30
Figura IV.14. Direcciones predominantes del viento en la estación Nuevo Casas Grandes. 32
Figura IV.15. Direcciones predominantes del viento en la estación Pilares Nicozari. 34
Figura IV.16. Direcciones predominantes del viento en la estación Villa Ahumada. 36
Figura IV.17. Nivel de peligro por heladas en el AI, área del Proyecto y SAR. 38
Figura IV.18. Nivel de peligro por ciclones tropicales en el AI, área del Proyecto y SAR. 39
Figura IV.19. Nivel de peligro por granizo en el AP, AI y SAR. 40
Figura IV.20. Nivel de peligro por sequía en el AI, área del Proyecto y SAR. 42
Figura IV.21. Nivel de peligro por inundaciones en el AI, área del Proyecto y SAR. 43
Figura IV.22. Unidades litoestratigráficas del AI, área del Proyecto y SAR secciones 01 a 08. 44
Figura IV.23. Unidades litoestratigráficas del AI, área del Proyecto y SAR secciones 09 a 15. 45
Figura IV.24. Unidades litoestratigráficas del AI, área del Proyecto y SAR secciones 16 a 20. 45

Figura IV.25. Unidades litoestratigráficas del AI, área del Proyecto y SAR secciones 21 a 27. 46
Figura IV.26. Provincias fisiográficas en el AI, área del Proyecto y SAR. 69
Figura IV.27. Subprovincias fisiográficas en el AI, área del Proyecto y SAR. 71
Figura IV.28. Gradiente altitudinal en el AI, área del Proyecto y SAR para las secciones 1 a la 11. 72
Figura IV.29. Gradiente altitudinal en el AI, área del Proyecto y SAR para las secciones 12 a la 27. 73
Figura IV.30. Topoformas en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 01 a la 11. 75
Figura IV.31. Topoformas en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 12 a la 27. 76
Figura IV.32. Fallas y fracturas cercanas al AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 1 a la 11. 77
Figura IV.33. Fallas y fracturas cercanas al AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 12 a la 20. 78
Figura IV.34. Fallas y fracturas cercanas al AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 21 a la 27. 78
Figura IV.35. Fallas y fracturas cercanas al AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 1 a la 27. 79
Figura IV.36. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI, área del Proyecto en las secciones 1 a 11. 80
Figura IV.37. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI, área del Proyecto en las secciones 12 a 20. ..81
Figura IV.38. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI, área del Proyecto en las secciones 21 a 27. ..81
Figura IV.39. Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a municipios con hundimientos. 83
Figura IV.40. Regionalización sísmica y ubicación del AI, área del Proyecto y SAR. 84
Figura IV.41. Intensidad sísmica con respecto a la ubicación del AI, área del Proyecto y SAR. 87
Figura IV.42. Unidades edafológicas presentes en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 01 a la 06. 89
Figura IV.43. Unidades edafológicas presentes en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 07 a la 13 90
Figura IV.44. Unidades edafológicas presentes en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 14 a la 20. 90
Figura IV.45. Unidades edafológicas presentes en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 21 a la 27. 91
Figura IV.46. Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las regiones hidrológicas administrativas, cuencas hidrográficas y subcuencas hidrográficas de la sección 01 a 11. 125
Figura IV.47. Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las regiones hidrológicas administrativas, cuencas hidrográficas y subcuencas hidrográficas de la sección 12 a 27. 125
Figura IV.48. Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 1 a la 5. 130
Figura IV.49. Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 6 a la 11. 130
Figura IV.50. Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 12 a la 15. 131
Figura IV.51. Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 16 a la 19. 131
Figura IV.52. Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 20 a la 22. 132
Figura IV.53. Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 23 a la 27. 132
Figura IV.54. Hidrología superficial del AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 01 a la 08. 138

Figura IV.55. Hidrología superficial del AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 09 a la 14. 139
Figura IV.56. Hidrología superficial del AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 15 a la 27. 139
Figura IV.57. Hidrología subterránea del AI, área del Proyecto y SAR. 151
Figura IV.58. Rangos de vulnerabilidad a inundaciones (Secciones 1 a 11). 165
Figura IV.59. Rangos de vulnerabilidad a inundaciones (Secciones 12 a 27). 166
Figura IV.60. Vulnerabilidad a deslaves (Secciones 1 a 11). 167
Figura IV.61. Vulnerabilidad a deslaves (Secciones 12 a 27). 168
Figura IV.62. Riqueza específica por tipo de vegetación presente en el AP, AI y SAR. 238
Figura IV.63. Índice de Shannon por tipo de vegetación. 239
Figura IV.64. Riqueza general por ecorregión. 251
Figura IV.65. Comparativo de los órdenes registrados en el SAR, AI y AP 283
Figura IV.66. Comparativo de las familias registradas en el SAR, AI y AP 283
Figura IV.67 Plano de ubicación del Proyecto con respecto a los corredores biológicos 301
Figura IV.68 Curvas de acumulación de riqueza de herpetofauna registrada en el SAR 304
Figura IV.69 Curvas de acumulación de riqueza de aves registrada en el SAR 305
Figura IV.70 Curvas de acumulación de riqueza de mamíferos registrada en el SAR. 306
Figura IV.71 Curvas de acumulación de riqueza de herpetofauna en el AI. 308
Figura IV.72 Curvas de acumulación de riqueza de aves registrada en el AI. 309
Figura IV.73 Curvas de acumulación de riqueza de mamíferos registrada en el AI 310
Figura IV.74 Curvas de acumulación de riqueza de herpetofauna en el AP. 312
Figura IV.75 Curvas de acumulación de riqueza de aves registrada en el AP 313
Figura IV.76 Curvas de acumulación de riqueza de mamíferos registrada en el AP. 314
Figura IV.77 Comparativo de la riqueza y diversidad faunística 329
Figura IV.78. Unidades de paisaje (ecorregiones), mapa general. 341
Figura IV.79. Evidencias fotográficas del paisaje característico en cada ecorregión. 342
Figura IV.80. Demografía municipal y composición de sexo. 359
Figura IV.81. Distribución geográfica de los pueblos indígenas con mayor presencia 359
Figura IV.82 Distribución geográfica de los pueblos indígenas con mayor presencia. 361
Figura IV.83. Migración por municipio. 361
Figura IV.84. Principales causas de migración. 362
Figura IV.85. Características educativas (%). 364
Figura IV.86. Vulnerabilidad del SAR, AI y AP. 388

Índice de tablas

Tabla IV.1. Superficies del área de estudio. 10
Tabla IV.2. Ubicación de válvulas de seccionamiento y sección de cada válvula. 11
Tabla IV.3. Tipo de clima en el AP, AI y SAR por sección. 13
Tabla IV.4. Estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio (msnm = metros sobre el nivel del mar). 14
Tabla IV.5. Temperatura anual registrada en la estación Altar 15
Tabla IV.6. Temperatura anual registrada en la estación Pilares de Nacozari. 16
Tabla IV.7. Temperatura anual registrada en la estación Nuevo Casas Grandes. 17
Tabla IV.8. Temperatura anual registrada en la estación Villa Ahumada. 19
Tabla IV.9. Temperatura promedio mensual registrada en las 4 estaciones. 20
Tabla IV.10. Precipitación máxima mensual, normal y máxima diaria en milímetros para la estación Altar. 21
Tabla IV.11. Precipitación máxima mensual, normal y máxima diaria en milímetros para la estación Pilares de Nacozari. 23
Tabla IV.12. Precipitación máxima mensual, normal y máxima diaria en milímetros para la estación Nuevo Casas Grandes. 24
Tabla IV.13. Precipitación máxima mensual, normal y máxima diaria en milímetros para la estación Villa Ahumada. 26
Tabla IV.14. Precipitación máxima mensual y máxima diaria para las 4 estaciones. 27
Tabla IV.15. Registros de dirección y velocidad del viento, humedad relativa y presión barométrica en la estación Altar. 29
Tabla IV.16. Registros de dirección y velocidad del viento, humedad relativa y presión barométrica en la estación Nuevo Casas Grandes. 30
Tabla IV.17. Registros de dirección y velocidad del viento, humedad relativa y presión barométrica en la estación Pilares de Nacozari. 32
Tabla IV.18. Registros de dirección y velocidad del viento, humedad relativa y presión barométrica en la estación Villa Ahumada. 34
Tabla IV.19. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en las estaciones meteorológicas. 36
Tabla IV.20. Grado de Peligro por heladas dentro del SAR, AI y AP por secciones. 38
Tabla IV.21. Grado de Peligro por Ciclones tropicales dentro del SAR, AI y AP por secciones. 40
Tabla IV.22. Grado de Peligro por granizo dentro del SAR, AI y AP por secciones. 41
Tabla IV.23. Grado de Peligro por sequía dentro del SAR, AI y AP por secciones. 42
Tabla IV.24. Grado de Peligro por inundaciones dentro del SAR, AI y AP por secciones. 43
Tabla IV.25. Superficies por unidad litoestatigráfica dentro del SAR, área de influencia y área del Proyecto por secciones. 47
Tabla IV.26. Tipo de subprovincia fisiográfica en el AP, AI y SAR por sección. 71
Tabla IV.27. Rango de Elevaciones máximas y mínimas en el AP, AI y SAR por sección. 73
Tabla IV.28. Tipo de topoforma en el AP, AI y SAR por sección. 76

Tabla IV.29. Cantidad y Tipos de Falla y Fractura en el AP, AI y SAR por sección. 79
Tabla IV.30. Nivel del deslizamiento de laderas en el AP, AI y SAR por sección. 82
Tabla IV.31. Municipios con hundimiento en el AP, AI y SAR por sección. 83
Tabla IV.32. Regionalización Sísmica en el AP, AI y SAR por sección. 84
Tabla IV.33. Escala de Mercalli. 85
Tabla IV.34. Regionalización Sísmica en el AP, AI y SAR por sección. 87
Tabla IV.35. Unidades edafológicas en el AI, área del Proyecto y SAR por cada sección. 91
Tabla IV.36. Resumen de resultados de la estimación de la erosión hídrica en el SAR, AI y AP. 102
Tabla IV.37. Resumen de resultados de la estimación de erosión eólica en el SAR, AI y AP. 113
Tabla IV.38. Ubicación de las Regiones Hidrológicas, Cuencas y Subcuencas en el SAR, AI y AP. 126
Tabla IV.39. Microcuencas (FIRCO) en el SAR, AI y AP por sección. 133
Tabla IV.40. Escurrimientos presentes por sección en el SAR, AI y AP. 140
Tabla IV.41. Hidrología subterránea en el SAR, AI y AP por secciones. 141
Tabla IV.42. Parámetros de calidad del agua subterránea. 149
Tabla IV.43. Superficie y secciones por semáforo de calidad del agua subterránea. 150
Tabla IV.44. Resumen de resultados del balance hídrico en el SAR, AI y AP. 153
Tabla IV.45. Vulnerabilidad a inundaciones de los municipios evaluados por sección en el SAR, AI y AP. 164
Tabla IV.46. Vulnerabilidad a deslaves de los municipios evaluados por sección en el SAR, AI y AP. 166
Tabla IV.47. Uso de suelo y vegetación presente en el SAR, AI y AP, de acuerdo con el INEGI. 168
Tabla IV.48. Uso de suelo y vegetación observado en campo. 172
Tabla IV.49. Uso de suelo y vegetación observado en campo por sección. 174
Tabla IV.50. Superficie forestal por tipo de vegetación en el AP. 200
Tabla IV.51. Superficie forestal por tipo de vegetación y sección del AP. 201
Tabla IV.52. Resultados de la estimación de captura de carbono en el SAR, AI y AP. 206
Tabla IV.53. Resultados de la estimación de generación de oxígeno en el SAR, AI y AP. 210
Tabla IV.54. Ecorregiones presentes en el área de estudio. 214
Tabla IV.55. Intensidad y error de muestreo por tipo de vegetación presente en el AP. 214
Tabla IV.56. Índice de completitud obtenido en el AP, AI y SAR. 215
Tabla IV.57. Índice de completitud obtenido por tipo de vegetación. 216
Tabla IV.58. Listado florístico general (A: amenazada, Pr: sujeta a protección especial; Categoría en la Lista Roja de la IUCN: LC: preocupación menor, NT: casi amenazada, VU: vulnerable. Distribución (Dist.): N: nativa, End: endémica, Ex: exótica, I: invasora. Estrato: A: arbóreo, Ar: arbustivo, H: herbáceo). 218
Tabla IV.59. Índices de diversidad por tipo de vegetación. 239
Tabla IV.60. Índices de diversidad por tipo de vegetación y estrato. 241
Tabla IV.61. Especies con mayor IVI% en cada estrato y tipo de vegetación. 243
Tabla IV.62. Riqueza registrada por ecorregión por tipo de vegetación. 251

Tabla IV.63. Índices de diversidad por ecorregión y tipo de vegetación. 254
Tabla IV.64. Índices de diversidad por ecorregión, tipo de vegetación y estrato. 256
Tabla IV.65. Especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. 262
Tabla IV.66. Especies listadas en la Lista Roja de la IUCN y Apéndice II del CITES. 263
Tabla IV.67. Especies endémicas registradas en los sitios de muestreo. 264
Tabla IV.68. Especies exóticas e invasoras registradas en el SAR, AI y AP. 266
Tabla IV.69. IVI% de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. 267
Tabla IV.70. IVI% de las especies endémicas de México. 268
Tabla IV.71. IVI% por ecorregión de la es especies protegidas. 270
Tabla IV.72. IVI% por ecorregión de las especies endémicas de México. 271
Tabla IV.73. Valores de abundancia y riqueza de vertebrados en el AP, AI y SAR. 277
Tabla IV.74. Listado de especies registradas en el AP, AI y SAR. 278
Tabla IV.75 Especies de quirópteros registradas durante el trabajo de campo 284
Tabla IV.76. Valores de abundancia y riqueza por grupo de vertebrados en el área del Proyecto. 285
Tabla IV.77. Valores de abundancia por grupo faunístico y especie en el área del Proyecto. 285
Tabla IV.78. Valores de abundancia y riqueza por grupo de vertebrados en el área de influencia. 288
Tabla IV.79. Valores de abundancia y riqueza por grupo faunístico y especie en el área de influencia. 289
Tabla IV.80. Valores de abundancia y riqueza por grupo de vertebrados en el sistema ambiental regional. 292
Tabla IV.81. Valores de abundancia y riqueza por grupo faunístico y especie en el sistema ambiental regional. 293
Tabla IV.82 Riqueza y abundancia de quirópteros registrados en campo. 297
Tabla IV.83 Especies registradas que se encuentran bajo protección o son consideradas como endémicas. 297
Tabla IV.84. Especies potencialmente amenazadas por las actividades del Proyecto. 299
Tabla IV.85 Superficie de cada zona que incide en el Gran Corredor de la Sierra Madre Occidental 302
Tabla IV.86 Estimadores paramétricos y no paramétricos para herpetofauna registrada en el SAR 304
Tabla IV.87 Estimadores paramétricos y no paramétricos para aves registradas en el SAR. 305
Tabla IV.88 Estimadores paramétricos y no paramétricos para mamíferos registrados en el SAR. 307
Tabla IV.89 Estimadores paramétricos y no paramétricos para herpetofauna en el AI. 308
Tabla IV.90 Estimadores paramétricos y no paramétricos para aves registradas en el AI. 309
Tabla IV.91 Estimadores paramétricos y no paramétricos para mamíferos registrados en el AI. 311
Tabla IV.92 Estimadores paramétricos y no paramétricos para herpetofauna en el AP. 312
Tabla IV.93 Estimadores paramétricos y no paramétricos para aves registradas en el AP. 313
Tabla IV.94 Estimadores paramétricos y no paramétricos para mamíferos registrados en el AP. 315
Tabla IV.95. Valores de abundancia, diversidad y dominancia por zona. 315
Tabla IV.96 Índices de diversidad del grupo herpetofaunístico en el SAR. 316
Tabla IV.97 Índices de diversidad del grupo de aves en el SAR. 317

Tabla IV.98 Índices de diversidad del grupo de mamíferos en el SAR. 319
Tabla IV.99 Índices de diversidad del grupo de quirópteros en el SAR. 320
Tabla IV.100 Índices de diversidad del grupo herpetofaunístico en el AI. 321
Tabla IV.101 Índices de diversidad del grupo de aves en el AI. 322
Tabla IV.102 Índices de diversidad del grupo de mamíferos en el AI. 324
Tabla IV.103 Índices de diversidad del grupo herpetofaunístico en el AP. 325
Tabla IV.104 Índices de diversidad del grupo de aves en el AP. 326
Tabla IV.105 Índices de diversidad del grupo de mamíferos en el AP 328
Tabla IV.106 Valores de diversidad faunística del AP, AI y SAR 330
Tabla IV.107. Servicios ambientales o ecosistémicos que se afectarán por el Proyecto. 331
Tabla IV.108. Unidades de paisaje a partir del uso de ecorregiones como componente central. 336
Tabla IV.109. Características dominantes de las unidades de paisaje. 337
Tabla IV.110. Superficie por ecorregión en el SAR, AI y AP. 339
Tabla IV.111. Criterios de valoración de la calidad del paisaje y su forma de aplicación. 344
Tabla IV.112. Escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad paisajística 346
Tabla IV.113. Valoración de la calidad paisajística por ecorregión. 347
Tabla IV.114. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV. 348
Tabla IV.115. Escala de referencia para determinar la clase de CAV y la fragilidad. 350
Tabla IV.116. Valoración del CAV. 351
Tabla IV.117. Clase de calidad, CAV y fragilidad por sección y ecorregión. 352
Tabla IV.118. Superficie por clase de calidad paisajística, CAV y fragilidad por ecorregión. 354
Tabla IV.119. Superficie por clase de calidad paisajística, CAV y fragilidad general en el SAR, AI y AP. 355
Tabla IV.120 Índice de marginación a nivel municipal. 357
Tabla IV.121 Información a nivel municipal 358
Tabla IV.122. Lenguas indígenas más frecuentes. 360
Tabla IV.123 Contribución de las actividades económicas al PIB estatal 363
Tabla IV.124. Población Económicamente Activa (PEA) y No Activa (PNEA). 363
Tabla IV.125. Indicadores de calidad ambiental. 369
Tabla IV.126. Síntesis del inventario ambiental y su calidad actual en el SAR, AI y AP. 373
Tabla IV.127. Indicadores ambientales considerados para determinar la vulnerabilidad del área de estudio. 386
Tabla IV.128. Escala de vulnerabilidad. 387
Tabla IV.129. Superificie y secciones del SAR, AI y AP por clase de vulnerabilidad. 388

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE LAS TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETRIORO DE LA REGIÓN

El capítulo IV de la **MIA-R** tiene como objetivo describir y analizar de forma integral el Sistema Ambiental Regional (**SAR**) que circunda el Área del Proyecto (**AP**) así como en el Área de Influencia (**AI**) desde el punto de vista ecosistémico. Para ello, se delimitará el área de estudio tomando una serie de criterios técnicos y normativos, así como de instrumentos de ordenamiento y planeación.

Posteriormente, se caracteriza y analiza tanto el **SAR** como el **AI** considerando la biodiversidad, distribución y amplitud de los componentes del paisaje y la composición de los ecosistemas (unidades climáticas, patrones hidrológicos y vegetación, según sea el caso) que por su fragilidad, vulnerabilidad e importancia en su estructura pudieran verse afectados en el momento de ejecutar el **Proyecto.**

Dicho **Proyecto** considera la construcción de un gasoducto de 48" de diámetro nominal y una longitud aproximada de 800 km, además de cuatro nuevas estaciones de compresión (**CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4**), de las cuales, las estaciones 1 y 4 podrán adicionalmente recibir gas natural de los gasoductos Tarahumara y Samalayuca Sásabe respectivamente, asíí mismo se considera la construcción de una nueva Estación de Medición Regulación y Control (**EMRyC**) en Puerto Libertad que suministrará el gas en la Terminal de Gas Natural Licuado (**LNG**) de Sonora.

IV.1. Delimitación del área de estudio

El **SAR** del **Proyecto** se determinó tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Para toda la trayectoria del gasoducto, se usaron las delimitaciones de Microcuencas, de conformidad con el Fideicomiso de Riesgo Compartido de la FIRCO, disponibles en la plataforma de SIGEIA (https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia).
- Para la delimitación del inicio del gasoducto, se utilizó la línea fronteriza entre México y Estados Unidos de América en el Estado de Chihuahua.
- Para la conclusión o terminación del gasoducto con el estado de Sonora, con la línea costera.
- La superficie del Área de Influencia se determinó bajo el criterio de la franja de caracterización de 800 metros de cada lado del gasoducto, de conformidad a la NOM-ASEA-007-2016.
- La superficie del área del **Proyecto** está determinada por el derecho de vía del gasoducto, que corresponde a 25 metros.

De esta forma, el **SAR**, el **AI** y el **AP** quedan delimitados por dichos elementos.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, el **SAR** envuelve la totalidad de las obras y actividades que integran al **Proyecto** y el área de influencia (**AI**) que es el área considerada como la franja de caracterización para el amortiguamiento de los impactos a los componentes ambientales del **AP**.

Atendiendo todo lo anterior, se delimitó un **AI** del **Proyecto** de 130,430.16 has y un **SAR** de 2,824,450.29 has. En la **Tabla IV.1** se presentan las superficies que componen al área de estudio (**AP, AI y SA**).

Tabla IV.1. Superficies del área de estudio.

Tipo	Superficies (ha)
Área del Proyecto	2,054.34
Área de influencia	130,430.16
Sistema Ambiental Regional	2,824,450.29

Asimismo, en la siguiente figura se presenta la delimitación del **SAR** (en el **Anexo IV.1 Kml shp SAR AI** se incluyen los archivos kml y shapefile del **SAR**).

Figura IV.1. Delimitación del **SAR**.



Por otra parte, tal y como se señaló en el Capítulo II de la presente **MIA-R**, y para una mejor referencia de cada una de las secciones en las que se dividió el **Proyecto**, se presenta una tabla con la ubicación de cada una de las válvulas de seccionamiento (secciones 01 a la 27):

Tabla IV.2. Ubicación de válvulas de seccionamiento y sección de cada válvula.

Válvula	Sección	Km	Coordenadas		Región UTM
			X	Y	
MLV-60100	1	0+000	[redacted]		13
MLV-60101	2	30+750			13
MLV-60102	3	60+850			13
MLV-60103	4	91+450			13
MLV-10404*	5	119+000			13
MLV-60205	6	151+000			13
MLV-60206	7	183+000			13
MLV-60207	8	215+000			13
MLV-60208	9	246+600			13
MLV-20409*	10	278+000			12
MLV-60310	11	304+300			12
MLV-60311	12	331+600			12
MLV-60312	13	362+950			12
MLV-60313	14	390+650			12
MLV-60314	15	421+750			12
MLV-60315	16	452+000			12
MLV-30416*	17	472+800			12
MLV-60417	18	504+200			12
MLV-60418	19	536+200			12
MLV-60419	20	568+200			12
MLV-60420	21	600+200			12
MLV-40421*	22	632+000			12
MLV-60522	23	661+100			12
MLV-60523	24	688+650			12
MLV-60524	25	717+300			12
MLV-60525	26	744+200			12

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Válvula	Sección	Km	Coordenadas		Región UTM
			X	Y	
MLV-60526	27	772+350	[redacted]		12

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

*Válvulas de seccionamiento dentro de las [redacted] ón.

IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional

La caracterización del medio físico se hizo a través de un análisis documental y cartográfico elaborado con base en información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI**[1]), así como de diversas dependencias gubernamentales. Los aspectos del medio biótico se realizaron a través de los trabajos de campo realizados en el **SAR**, el **AI** y en el **AP**. Los aspectos del medio socioeconómico del **SAR** se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo del **INEGI** (2020) así como los estudios de marginación elaborados por el Consejo Nacional de Población (**CONAPO**)[2].

IV.2.1. Medio abiótico

IV.2.1.1. Clima

El clima es la interacción de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un área de la superficie terrestre o, también, es un conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una determinada región. Entre los componentes del clima destacan la temperatura, la presión atmosférica, la humedad, el viento y la precipitación. Los factores que modifican estos componentes son la latitud, el relieve e, incluso, las corrientes oceánicas.

Las variables ambientales hacen muy complejo establecer una clasificación de los climas del mundo. Con base en la clasificación de Köppen, los climas se dividen en seis grandes grupos basados en los niveles de temperatura y aridez. Para su clasificación se utilizan cuatro grupos o unidades: clima cálido, clima frío, clima seco y clima templado. Estos a su vez, dependiendo de la humedad, son clasificados de forma general como húmedo, subhúmedo, semiseco y seco.

México utiliza un sistema de climas basado en la clasificación de Köppen, con las modificaciones que realizó E. García en 1964 para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional3 y, posteriormente, para el INEGI en 1980.

De acuerdo con esta clasificación, en el **SAR**, **AI** y **AP** se presentan nueve tipos de clima: muy seco semicálido, muy seco templado, seco semicálido, seco templado, semifrío subhúmedo, semiseco semicálido, semiseco templado y templado subhúmedo, de conformidad con lo presentado en la **Figura IV.2** y en la **Tabla IV.3**.

[1] http://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/
[2] http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones
[3]http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf

Figura IV.2. Unidades climáticas del **SAR**, **AI** y el Área del **Proyecto**.



Tabla IV.3. Tipo de clima en el AP, AI y SAR por sección.

Tipo de climas	Secciones del AP	Secciones del AI	Secciones del SAR
Muy seco semicálido	21,22,23,24,25,26,27	21,22,23,24,25,26,27	1,21,22,23,24,25,26,27
Muy seco templado	1, 2,3,4,5,6,7,8	1, 2,3,4,5,6,7,8	1, 2,3,4,5,6,7,8,9
Seco semicálido	14,15,16,17,18,20,21	14,15,16,17,18,20,21	14,15,16,17,18,20,21,22
Seco templado	8,9	8, 9, 10	1,5,8,9,10,17,23,24
Semifrío subhúmedo	10,11	10,11,12	10,11,12,13
Semiseco semicálido	13,14,15,18,19,20	13,14,15,18,19,20	13,14,15,16,17,18,19,20
Semiseco semifrío			9
Semiseco templado	09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,17, 18, 19, 20	09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
Templado subhúmedo	11, 12, 13	11, 12, 13	11, 12, 13

En este sentido, se tiene que los climas muy secos semicálido, muy seco templado, seco semicálido, semiseco semicálido y semiseco templado fueron los que más presencia tuvieron en las secciones

tanto del **SAR**, **AI** y **AP**, mientras que el clima semiseco semifrío solo se tuvo en la sección 09 del **SAR**.

Con el propósito de hacer un análisis más detallado de las condiciones meteorológicas del **SAR**, así como del **AP** y del **AI,** se llevó a cabo una evaluación de la información generada por las estaciones meteorológicas en operación más cercanas al área de estudio. (**Tabla IV.4**).

Tabla IV.4. Estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio (msnm = metros sobre el nivel del mar).

Nombre	Núm.	Estado	Municipio	Lat	Lon	Alt (msnm)	Ubicación	Sección	Tipo de clima
Villa Ahumada	8155	Chihuahua	Villa Ahumada	30°37'07" N	106°30'44" W	1200	Aprox. 21 km al norte del proyecto	Sección 1 a 7	Muy seco templado
Nuevo Casas Grandes	8107	Chihuahua	Nuevo Casas Grandes	30°24'48" N	107°54'45" W	1466	Aprox. 19 km al norte del proyecto	Sección 8 y 9	Seco templado, semiseco templado
Pilares de Nacozari	26059	Sonora	Nacozari de García	30°22'28" N	109°41'15" W	1100	Aprox. 23 km al norte del proyecto	Sección 10 a 20	Semifrío subhúmedo, templado subhúmedo, semiseco templado, semiseco semicálido
Altar	26206	Sonora	Altar	30°43'42" N	111°50'10" W	422	Aprox. 40 km al norte del proyecto	Sección 21 a 27	Muy seco semicálido y seco semicálido

Con el registro de información de cada una de las estaciones, se prosiguió a realizar un análisis de las variables climatológicas, temperatura y precipitación en cada una de las estaciones meteorológicas, obteniendo la siguiente información.

IV.2.1.1.1. Temperatura

La temperatura anual para la estación de Altar se presenta en la siguiente tabla:

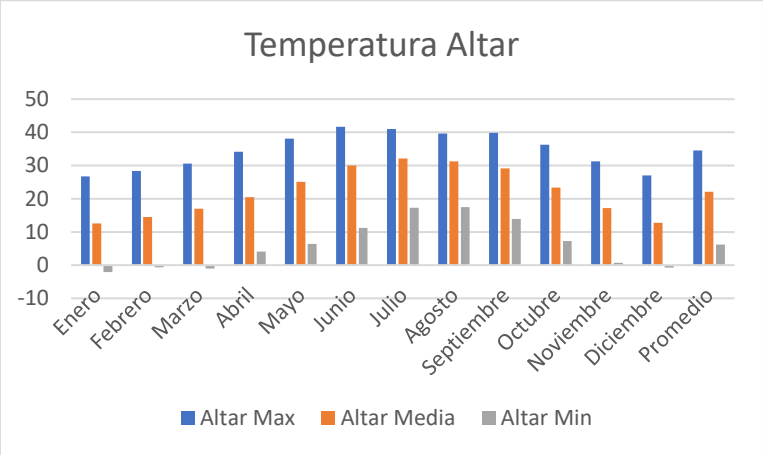
Tabla IV.5. Temperatura anual registrada en la estación Altar

Mes	Altar		
	Max	Media	Min
Enero	26.7	12.6	-2.1
Febrero	28.4	14.5	-0.6
Marzo	30.6	17	-1
Abril	34.2	20.5	4.1
Mayo	38.1	25.1	6.4
Junio	41.7	30	11.2
Julio	41.0	32.1	17.3
Agosto	39.7	31.3	17.5
Septiembre	39.8	29.1	13.9
Octubre	36.3	23.4	7.3
Noviembre	31.3	17.2	0.7
Diciembre	27.0	12.8	-0.7
Promedio	**34.6**	**22.1**	**6.2**

De acuerdo con la tabla anterior, se tiene que en la estación Altar, los meses con la temperatura máxima son junio, julio, agosto y septiembre, con un promedio entre los 29 y 32°C, mientras que los meses con las temperaturas mínimas son noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, con un promedio entre los 0°C y -2°C. El promedio de temperaturas máximas es de 34.6°C, mientras que el de las mínimas es de 6.2°C, con una media anual de 22.1°C.

Asimismo, en la siguiente figura se muestra el comportamiento de la temperatura mensual registrada por dicha estación meteorológica.

Figura IV.3. Comportamiento de la temperatura mensual registrada en la Estación Altar.



La temperatura anual para la estación de Pilares de Nacozari se presenta en la siguiente tabla:

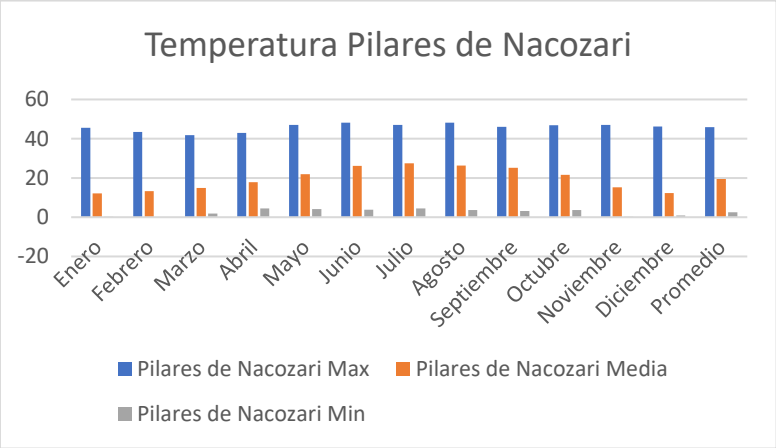
Tabla IV.6. Temperatura anual registrada en la estación Pilares de Nacozari.

Mes	Pilares de Nacozari		
	Max	Media	Min
Enero	45.5	12.2	0.2
Febrero	43.5	13.3	-0.1
Marzo	41.8	14.9	1.8
Abril	42.9	17.9	4.4
Mayo	47	21.9	4.2
Junio	48.1	26.2	3.8
Julio	47	27.5	4.5
Agosto	48.2	26.3	3.7
Septiembre	46.1	25.1	3.2
Octubre	46.9	21.6	3.7
Noviembre	47	15.2	0.3
Diciembre	46.2	12.3	0.9
Promedio	**45.9**	**19.5**	**2.6**

Para la estación Pilares de Nacozari, los meses con la temperatura máxima son mayo, junio, julio y agosto, con un promedio entre los 47 y 48.2°C, mientras que los meses con las temperaturas más bajas son noviembre, diciembre, enero y febrero, con un promedio entre los 0°C y -1°C. El promedio de temperaturas máximas es de 45.9°C, mientras que el de las mínimas se encuentra en 2.6°C, con una media anual de 19.5°C.

Asimismo, en la siguiente figura se muestra el comportamiento de la temperatura mensual registrada por dicha estación climatológica.

Figura IV.4. Comportamiento de la temperatura mensual registrada en la Estación Pilares de Nacozari.



La temperatura anual para la estación de Nuevo Casas Grandes se presenta en la siguiente tabla:

Tabla IV.7. Temperatura anual registrada en la estación Nuevo Casas Grandes.

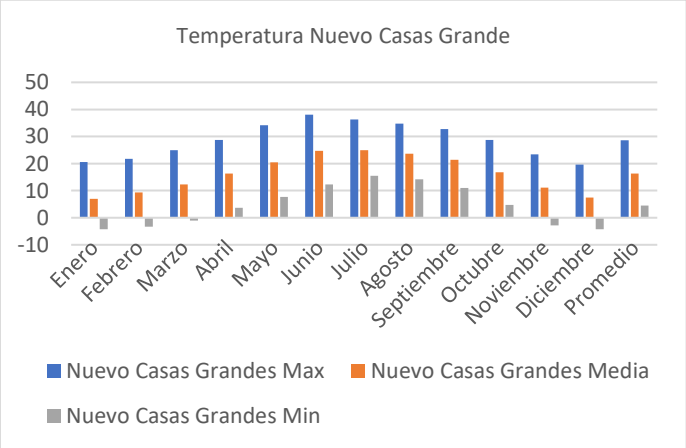
Mes	Nuevo Casas Grandes		
	Max	Media	Min
Enero	20.6	7	-4.2
Febrero	21.7	9.3	-3.3
Marzo	25	12.3	-1.1
Abril	28.7	16.3	3.7
Mayo	34.2	20.4	7.7
Junio	38.1	24.7	12.3
Julio	36.3	25	15.5
Agosto	34.7	23.7	14.2

Mes	Nuevo Casas Grandes		
	Max	Media	Min
Septiembre	32.7	21.4	11
Octubre	28.7	16.8	4.7
Noviembre	23.4	11.1	-2.8
Diciembre	19.6	7.5	-4.2
Promedio	**28.6**	**16.3**	**4.5**

Para la estación Nuevo Casas Grande, los meses con la temperatura máxima son mayo, junio, julio y agosto, con un promedio entre los 34.2 y 38.1°C. Mientras que los meses con las temperaturas más bajas son noviembre, diciembre, enero y febrero, con un promedio entre los -2.8°C y -4.2°C. El promedio de temperaturas máximas es de 28.6°C, mientras que el de las mínimas se encuentra en 4.5°C, con una media anual de 16.3°C.

Asimismo, en la siguiente figura se muestra el comportamiento de la temperatura mensual registrada por dicha estación climatológica.

Figura IV.5. Comportamiento de la temperatura mensual registrada en la Estación Nuevo Casas Grandes.



La temperatura anual para la estación de Villa Ahumada, se presenta en la siguiente tabla:

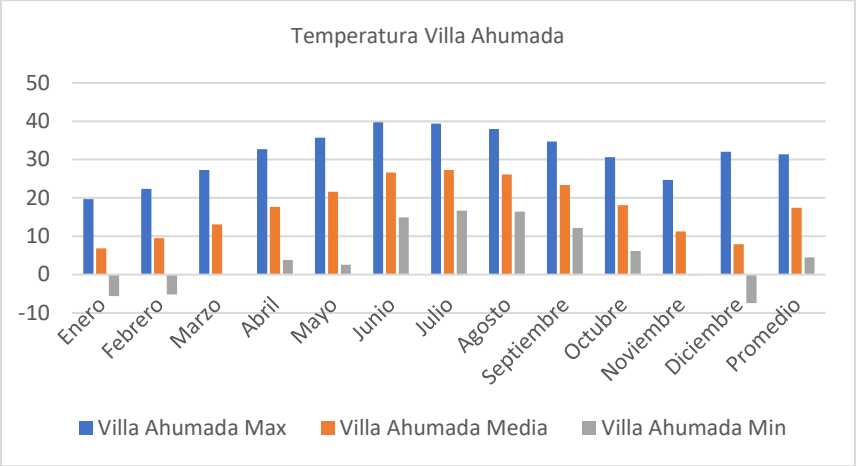
Tabla IV.8. Temperatura anual registrada en la estación Villa Ahumada.

Mes	Villa Ahumada		
	Max	Media	Min
Enero	19.7	6.8	-5.6
Febrero	22.4	9.5	-5.2
Marzo	27.3	13.1	0.1
Abril	32.7	17.7	3.8
Mayo	35.7	21.6	2.6
Junio	39.7	26.6	14.9
Julio	39.4	27.3	16.7
Agosto	38	26.1	16.4
Septiembre	34.7	23.4	12.2
Octubre	30.6	18.1	6.2
Noviembre	24.7	11.3	-0.2
Diciembre	32	7.9	-7.4
Promedio	**31.4**	**17.5**	**4.5**

En la estación Villa Ahumada, los meses con la temperatura máxima son mayo, junio, julio y agosto, con un promedio entre los 35.7 y 39.7°C, mientras que los meses con las temperaturas más bajas son noviembre, diciembre, enero y febrero, con un promedio entre los -0.2°C y -5.6°C. El promedio de temperaturas máximas es de 31.4°C, mientras que el de las mínimas se encuentra en 4.5°C, con una media anual de 17.5°C.

Asimismo, en la siguiente figura se muestra el comportamiento de la temperatura mensual registrada por dicha estación climatológica.

Figura IV.6. Comportamiento de la temperatura mensual registrada en la Estación Villa Ahumada.



De manera general, para las 4 estaciones se tiene un promedio anual registrado que oscila entre los 16.3°C y los 22.1°C (con una temperatura promedio de 18.9°C). Los meses más cálidos son mayo, junio y julio, con una media de 22.3°C, 26.9°C y 28°C, respectivamente. Los meses más fríos son diciembre y enero con 10.1°C y 9.7°C, respectivamente (**Tabla IV.9).**

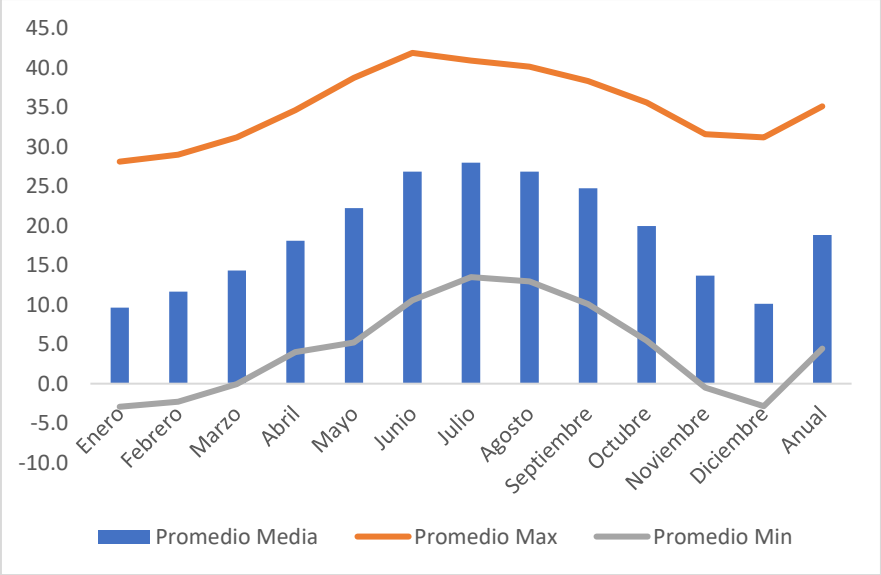
Tabla IV.9. Temperatura promedio mensual registrada en las 4 estaciones.

Mes	Promedio		
	Max	Media	Min
Enero	28.1	9.7	-2.9
Febrero	29.0	11.7	-2.3
Marzo	31.2	14.3	-0.1
Abril	34.6	18.1	4.0
Mayo	38.8	22.3	5.2
Junio	41.9	26.9	10.6
Julio	40.9	28.0	13.5
Agosto	40.2	26.9	13.0
Septiembre	38.3	24.8	10.1
Octubre	35.6	20.0	5.5
Noviembre	31.6	13.7	-0.5
Diciembre	31.2	10.1	-2.9

Mes	Promedio		
	Max	Media	Min
Anual	35.1	18.9	4.4

Por otra parte, en la siguiente figura se muestra el comportamiento de la temperatura media mensual registrada por las 4 estaciones climatológicas.

Figura IV.7. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada para las 4 estaciones en las normales climatológicas.



IV.2.1.1.2. Precipitación

Con respecto a la precipitación, se tiene que para la estación Altar, se obtuvieron los siguientes registros:

Tabla IV.10. Precipitación máxima mensual, normal y máxima diaria en milímetros para la estación Altar.

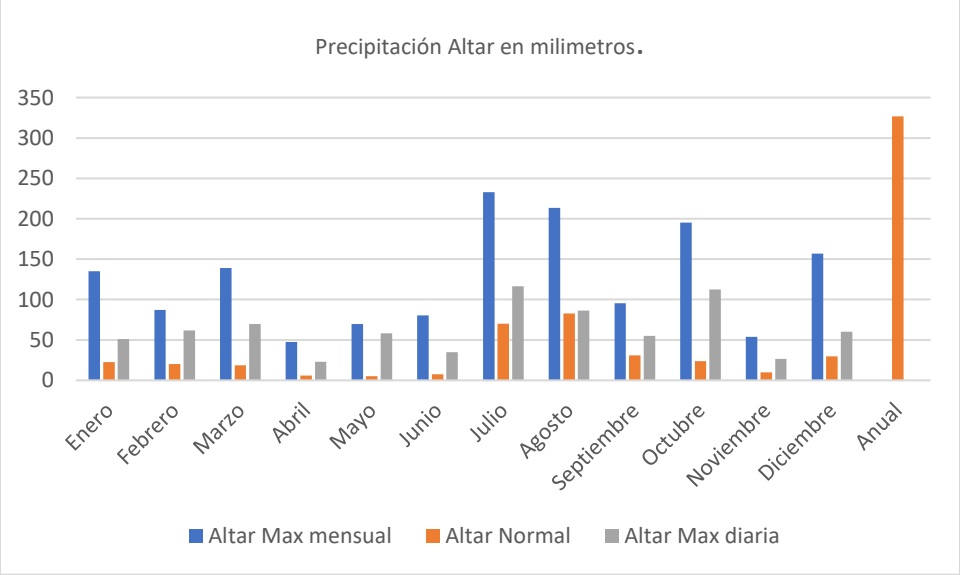
Mes	Altar		
	Max mensual	Normal	Max diaria
Enero	135.2	22.6	51.1
Febrero	87	20.1	61.6
Marzo	139	18.5	69.5

Mes	Altar		
	Max mensual	Normal	Max diaria
Abril	47.4	6	22.8
Mayo	69.7	5	58.2
Junio	80.2	7.4	35
Julio	233	70.1	116.5
Agosto	213.5	82.6	86.5
Septiembre	95.5	30.8	55
Octubre	195.2	23.9	112.5
Noviembre	54	10	26.6
Diciembre	157	29.6	60
Anual		**326.6**	

La precipitación en esta estación indica que la temporada de lluvias ocurre entre los meses de junio y octubre, donde los meses más lluviosos son julio y agosto, con registros de precipitaciones mensuales máximas de 233 y 213.5 mm, respectivamente. Por otro lado, los meses con menor precipitación son noviembre y abril, con registros de 54 mm y 47.4 mm, con un total de precipitación normal de 326.6 mm anualmente.

De acuerdo con los datos anteriores, en la siguiente figura se presenta el comportamiento de la precipitación máxima mensual, normal y diaria de acuerdo con los datos de la tabla anterior.

Figura IV.8. Precipitación máxima mensual, normal y diaria registrada para la estación Altar.



Por otra parte, se tiene que para la estación Pilares de Nacozari, se obtuvieron los siguientes registros:

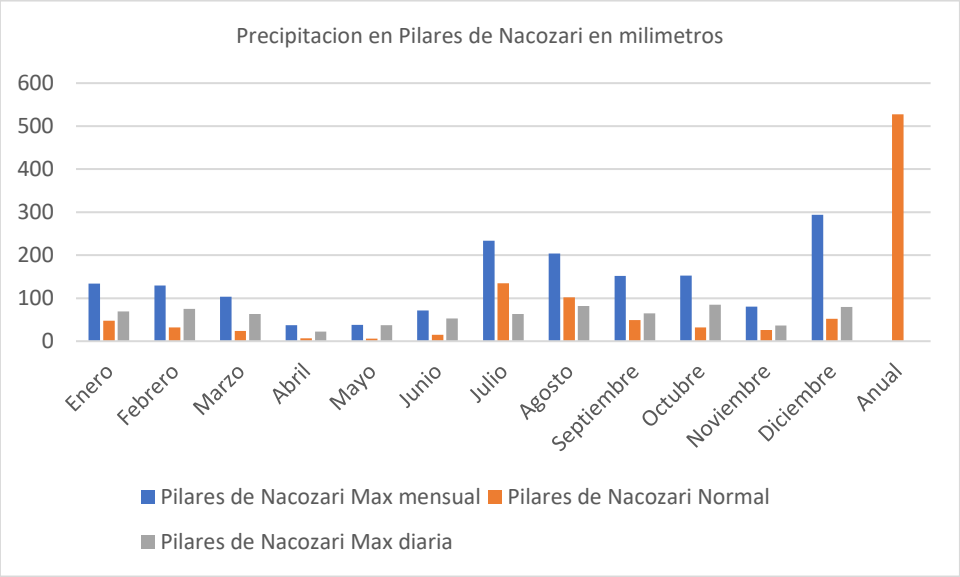
Tabla IV.11. Precipitación máxima mensual, normal y máxima diaria en milímetros para la estación Pilares de Nacozari.

Mes	Pilares de Nacozari		
	Max mensual	Normal	Max diaria
Enero	134.3	47.4	69.5
Febrero	129.5	31.7	75
Marzo	103.7	24.1	63.5
Abril	37.5	6.8	22.5
Mayo	38	6	37.5
Junio	71.5	15.2	53
Julio	234	134.5	63
Agosto	204	102.3	81.6
Septiembre	151.7	49.3	65
Octubre	152.5	32.2	85
Noviembre	80.5	25.8	36.2
Diciembre	294	52.3	79.5
Anual		527.6	

La precipitación en esta estación indica que la temporada de lluvias ocurre entre los meses de junio y octubre, donde los meses más lluviosos son julio y agosto, con registros de precipitaciones mensuales máximas de 234 y 204 mm, respectivamente. Por otro lado, los meses con menor precipitación son abril y mayo, con registros de 37.5 mm y 38 mm, con un total de precipitación normal de 527.6 mm anualmente.

En la siguiente figura se presenta el comportamiento de la precipitación máxima mensual, normal y diaria de acuerdo con los datos de la tabla anterior.

Figura IV.9. Precipitación máxima mensual, normal y diaria registrada para la estación Pilares de Nacozari.



Para la estación Nuevo Casas Grande, se obtuvieron los siguientes registros:

Tabla IV.12. Precipitación máxima mensual, normal y máxima diaria en milímetros para la estación Nuevo Casas Grandes.

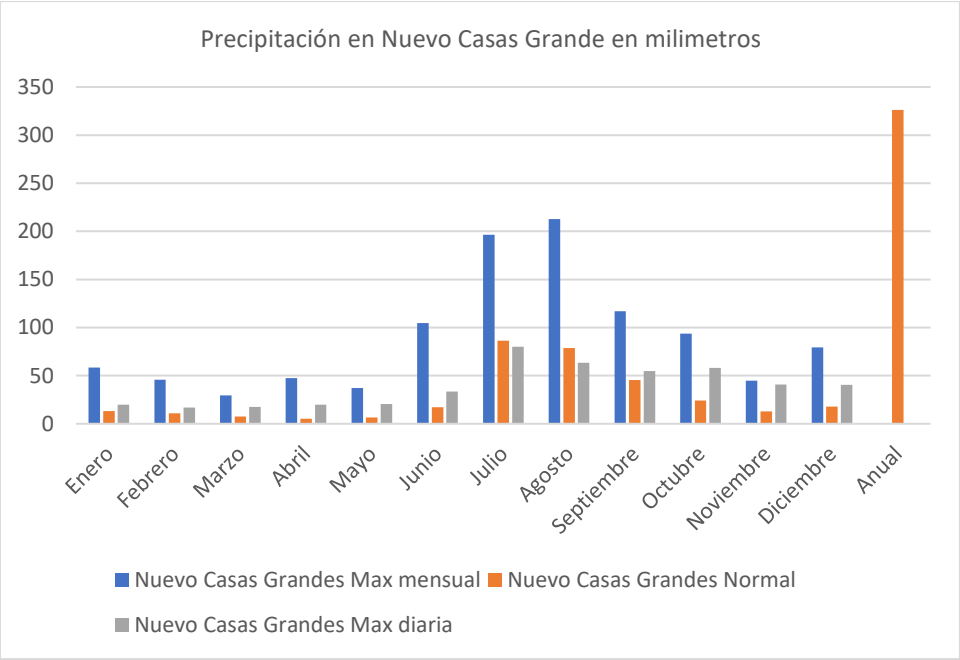
Mes	Nuevo Casas Grande		
	Max mensual	Normal	Max diaria
Enero	58.3	13.3	19.9
Febrero	45.9	10.8	17
Marzo	29.6	7.4	17.6
Abril	47.6	5.3	19.8
Mayo	37.2	6.6	20.5
Junio	104.8	17.3	33.4
Julio	196.4	86.5	80.1
Agosto	212.6	78.7	63.3
Septiembre	116.8	45.3	54.8
Octubre	93.6	24.3	58
Noviembre	44.9	13	40.8

Mes	Nuevo Casas Grande		
	Max mensual	Normal	Max diaria
Diciembre	79.3	17.7	40.6
Anual		**326.2**	

La precipitación en esta estación indica que la temporada de lluvias ocurre entre los meses de junio y octubre, donde los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre, con registros de precipitaciones mensuales máximas de 196.4, 212.6 y 116.8 mm, respectivamente. Por otro lado, los meses con menor precipitación son marzo y mayo, con registros de 29.6 mm y 37.2 mm, con un total de precipitación normal de 326.2 mm anualmente.

En la siguiente figura se presenta el comportamiento de la precipitación máxima mensual, normal y diaria de acuerdo con los datos de la tabla anterior.

Figura IV.10. Precipitación máxima mensual, normal y diaria registrada para la estación Nuevo Casas Grande.



Por último, para la estación Villa Ahumada, se obtuvieron los siguientes registros:

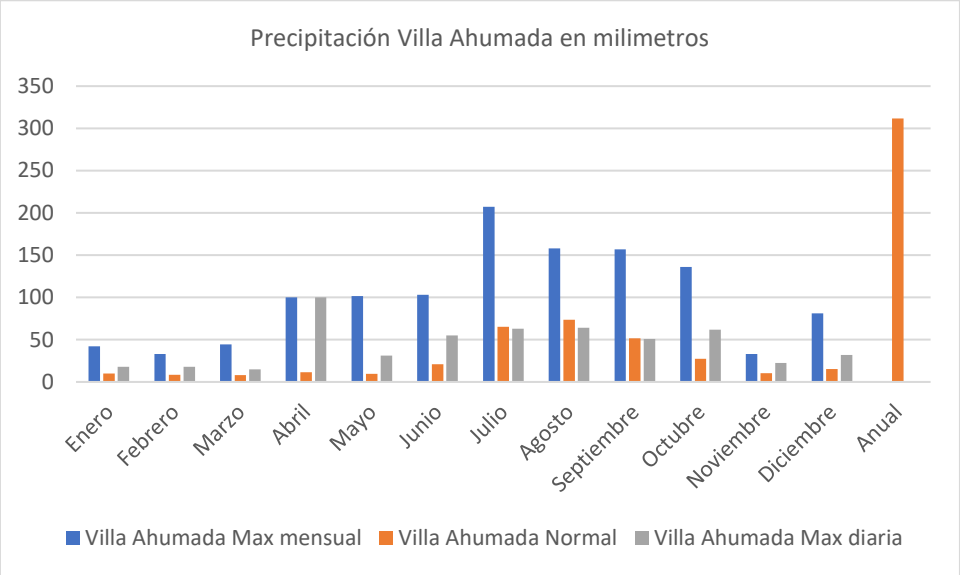
Tabla IV.13. Precipitación máxima mensual, normal y máxima diaria en milímetros para la estación Villa Ahumada.

Mes	Villa Ahumada		
	Max mensual	Normal	Max diaria
Enero	42	10	18
Febrero	33	8.5	18
Marzo	44.5	7.9	15
Abril	99.9	11.3	99.9
Mayo	101.5	9.7	31
Junio	103	20.9	55
Julio	207.2	65.2	63
Agosto	158	73.6	64
Septiembre	157	51.8	51
Octubre	136	27.5	62
Noviembre	33	10.2	22.5
Diciembre	81	15.3	32
Anual		**311.9**	

La precipitación en esta estación indica que la temporada de lluvias ocurre entre los meses de junio y octubre, donde los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre, con registros de precipitaciones mensuales máximas de 207.2, 158 y 157 mm, respectivamente. Por otro lado, los meses con menor precipitación son enero y febrero, con registros de 42 mm y 33 mm, con un total de precipitación normal de 311.9 mm anualmente.

En la siguiente figura se presenta el comportamiento de la precipitación máxima mensual, normal y diaria de acuerdo con los datos de la tabla anterior.

Figura IV.11. Precipitación máxima mensual, normal y diaria registrada para la estación Villa Ahumada.



En conclusión, la precipitación media anual registrada en las 4 estaciones varía entre 311.9 y 527.6 mm, con una precipitación media anual de 373.1 mm. La temporada de lluvias ocurre entre los meses de junio y octubre, donde los meses más lluviosos son julio y agosto, con registros de precipitaciones de 217.7 y 197.0 mm, respectivamente. Por otro lado, los meses con menor precipitación son abril y mayo con registros de 58.1 mm y 61.6 mm, respectivamente (

Tabla IV.14).

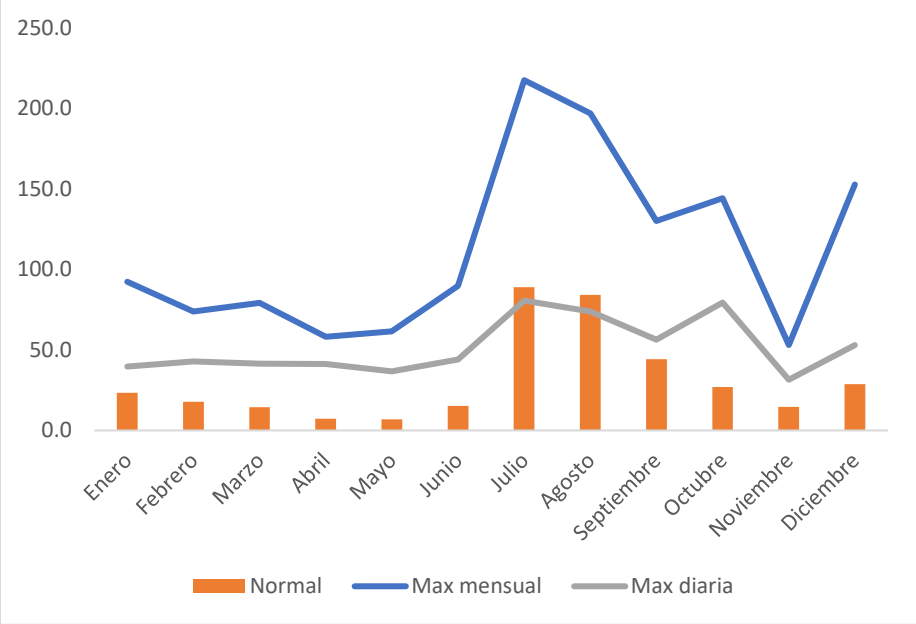
Tabla IV.14. Precipitación máxima mensual y máxima diaria para las 4 estaciones.

Mes	Media		
	Max mensual	Normal	Max diaria
Enero	92.5	23.3	39.6
Febrero	73.9	17.8	42.9
Marzo	79.2	14.5	41.4
Abril	58.1	7.4	41.3
Mayo	61.6	6.8	36.8
Junio	89.9	15.2	44.1
Julio	217.7	89.1	80.7
Agosto	197.0	84.3	73.9

Mes	Media		
	Max mensual	Normal	Max diaria
Septiembre	130.3	44.3	56.5
Octubre	144.3	27.0	79.4
Noviembre	53.1	14.8	31.5
Diciembre	152.8	28.7	53.0
Anual		**373.1**	

De acuerdo con los datos anteriores, en la **Figura IV.12** se presenta el comportamiento de la precipitación media mensual de las 4 estaciones, de acuerdo con los datos de la tabla anterior.

Figura IV.12. Precipitación media mensual registrada para las 4 estaciones.



IV.2.1.1.3. Vientos dominantes

El viento es un elemento climatológico definido como “aire en movimiento”, se describe mediante las características de velocidad y dirección del aire. Debido a esto, se le considera como un vector de magnitud. La rosa de los vientos es el símbolo que nos permite representar simultáneamente la relación que existe entre las características que componen el viento. La información de cada rosa de viento muestra la frecuencia de ocurrencia de los vientos en 16 sectores de dirección (E, ENE, NE, NNE, W, WNW, NW, NNW, ESE, SE, SSE, S, SSW, N, WSW, SW) y en clases de velocidad de viento para un localidad y periodo de tiempo dado.

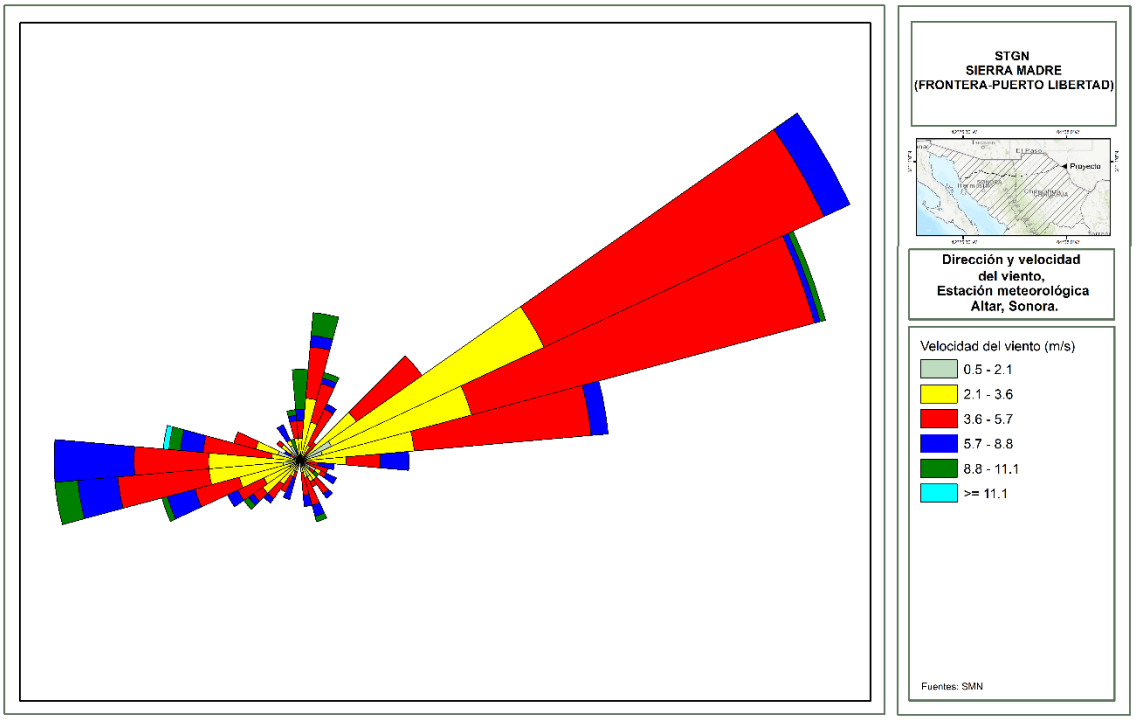
Los datos de velocidad y dirección del viento provienen de las 4 estaciones meteorológicas más cercanas al **AP** señaladas anteriormente, y que cuentan con registros de este tipo. En este sentido, se aprecia que los vientos tienen una dirección variable para cada estación.

Así, se tiene que para la estación Altar, la dirección de los vientos predominantes es hacia el noreste y, en menor medida, hacia el suroeste. Asimismo, se encuentra una mayor velocidad del viento entre los meses de abril a agosto, la velocidad más alta es de 9.30 m/s para el mes de abril, y la velocidad más baja es de 4.03 m/s en diciembre, con una velocidad promedio anual de 5.46 m/s. En cuanto a la humedad relativa, existe un mayor porcentaje los meses de julio a septiembre, con 54.14, 50.81 y 47.63 % respectivamente, mientras que los meses con menor humedad relativa son de abril a junio, con 18.31, 15.55 y 18.79% respectivamente. De acuerdo con la presión barométrica, se identifica a los meses de noviembre y diciembre con mayor presión, al registrar 967.34 y 967.25 hectopascales (hPa) respectivamente, mientras que el mes de marzo no existen datos de presión barométrica, con un promedio anual de 883.99 hPa.

Tabla IV.15. Registros de dirección y velocidad del viento, humedad relativa y presión barométrica en la estación Altar.

Altar				
Mes	**Dirección del viento (°)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Humedad Relativa (%)**	**Presión barométrica (hPa)**
Enero	153.98	4.78	38.51	966.32
Febrero	164.39	4.99	29.96	966.90
Marzo	177.43	5.48	30.30	0.00
Abril	183.54	9.30	18.31	961.23
Mayo	173.48	7.06	15.55	962.29
Junio	216.96	5.73	18.79	961.75
Julio	213.86	5.19	54.14	963.91
Agosto	170.04	5.27	50.81	963.08
Septiembre	162.44	4.91	47.63	963.52
Octubre	167.84	4.68	35.25	964.30
Noviembre	141.82	4.04	30.89	967.34
Diciembre	151.62	4.03	44.80	967.25
Promedio	**173.12**	**5.46**	**34.58**	**883.99**

Figura IV.13. Direcciones predominantes del viento en la estación Altar, Sonora.



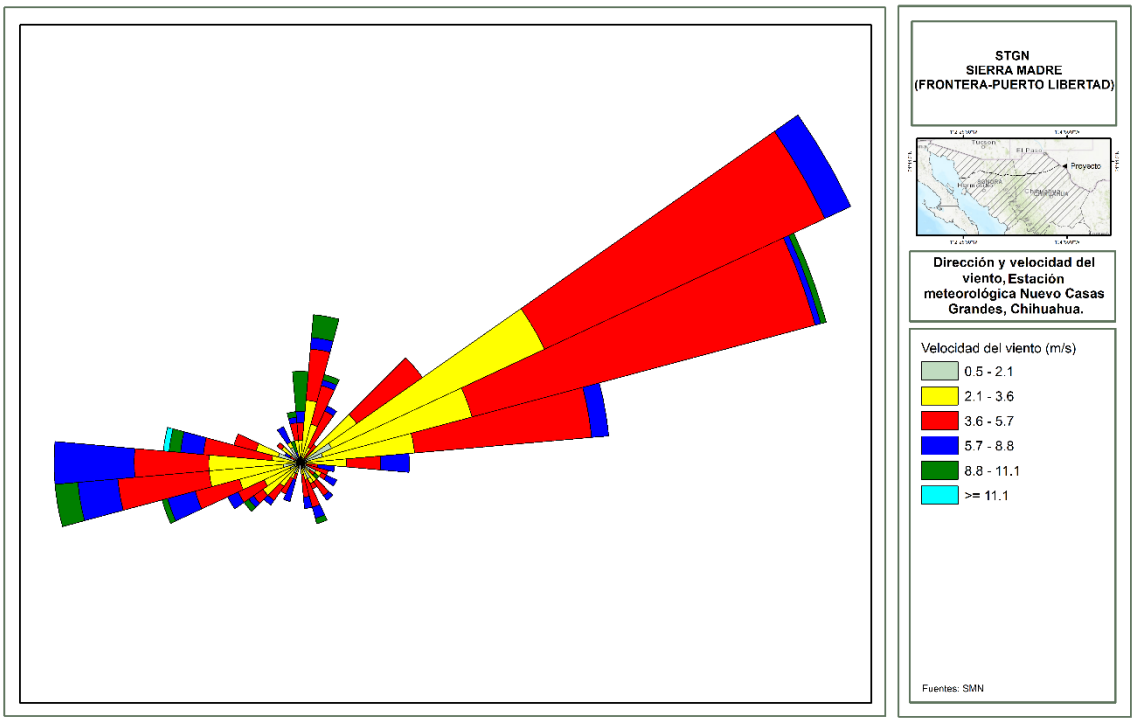
Para la estación Nuevo Casas Grandes, la dirección de los vientos predominantes es hacia el noreste y, en menor medida, hacia el sureste, con una velocidad promedio anual de 1.61 m/s. Asimismo, se tiene una mayor velocidad del viento entre los meses de febrero a abril, con una velocidad de 2.81 m/s para el mes de febrero. El registro de la velocidad más baja es de 0.63 m/s para el mes de julio, teniendo que para el mes de junio no se registraron datos. En cuanto a la humedad relativa, existe un mayor porcentaje en los meses de julio a octubre con 90.16, 89.93, 85.46 y 83.10% respectivamente, mientras que los meses con menor humedad relativa son de marzo a mayo, con 32.02, 25.33 y 30.81%. Sin embargo, no se registraron datos para el mes de junio. Por último, para la presión barométrica, hay registro constante para cada mes entre los 853.48 y 857.73 hPa, sin registros para el mes de junio, y con un promedio anual de 855.39 hPa.

Tabla IV.16. Registros de dirección y velocidad del viento, humedad relativa y presión barométrica en la estación Nuevo Casas Grandes.

Nuevo Casas Grandes				
Mes	**Dirección del viento (°)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Humedad Relativa (%)**	**Presión barométrica (hPa)**
Enero	169.63	1.87	47.80	857.73
Febrero	192.40	2.81	45.29	854.25

Nuevo Casas Grandes				
Mes	**Dirección del viento (°)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Humedad Relativa (%)**	**Presión barométrica (hPa)**
Marzo	198.31	2.53	32.02	853.85
Abril	198.76	2.23	25.33	853.48
Mayo	173.45	1.55	30.81	853.93
Junio	S/D	S/D	S/D	S/D
Julio	108.52	0.63	90.16	857.36
Agosto	132.91	0.71	89.93	856.63
Septiembre	146.24	0.82	85.46	855.39
Octubre	151.37	1.29	83.10	854.53
Noviembre	177.18	1.59	54.42	855.51
Diciembre	182.96	1.66	68.30	856.62
Promedio	**166.52**	**1.61**	**59.33**	**855.39**

Figura IV.14. Direcciones predominantes del viento en la estación Nuevo Casas Grandes.



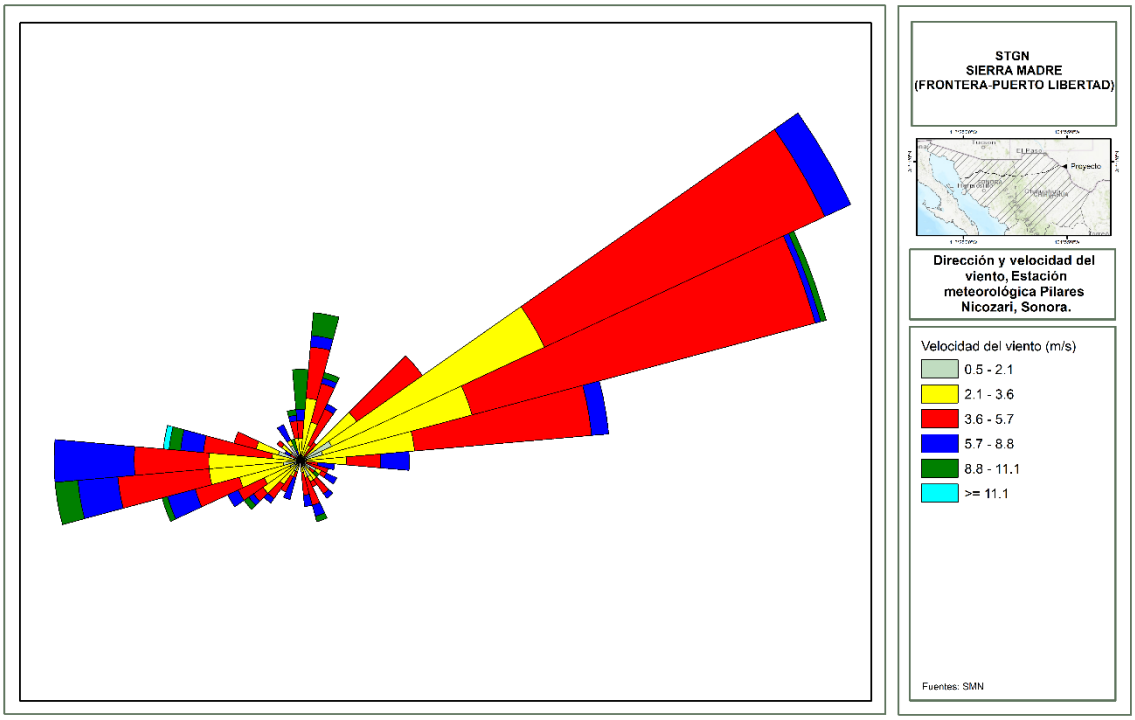
Para la estación Pilares de Nacozari, no existen registros de enero a junio y agosto para la dirección del viento y su velocidad, humedad relativa ni presión barométrica. En este sentido, con los datos registrados, se observa que la dirección de los vientos predominantes señala su movimiento en dirección hacia el noreste y, en menor medida hacia el sureste, noroeste y suroeste. Además, se tiene una mayor velocidad del viento entre los meses de octubre a diciembre, con la velocidad más alta de 3.85 m/s para el mes de noviembre, y la velocidad más baja de 1.94 m/s en julio, con una velocidad promedio anual de 2.99 m/s. En cuanto a la humedad relativa, se tiene un mayor porcentaje en septiembre, con 66.90%, mientras que el mes con menor humedad relativa es octubre, con 44.37%. Por último, para la presión barométrica, se tiene un registro constante para cada mes, con un promedio anual de 888.55 hPa.

Tabla IV.17. Registros de dirección y velocidad del viento, humedad relativa y presión barométrica en la estación Pilares de Nacozari.

Pilares de Nacozari				
Mes	**Dirección del viento (°)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Humedad Relativa (%)**	**Presión barométrica (hPa)**
Enero	S/D	S/D	S/D	S/D
Febrero	S/D	S/D	S/D	S/D

Pilares de Nacozari				
Mes	**Dirección del viento (°)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Humedad Relativa (%)**	**Presión barométrica (hPa)**
Marzo	S/D	S/D	S/D	S/D
Abril	S/D	S/D	S/D	S/D
Mayo	S/D	S/D	S/D	S/D
Junio	S/D	S/D	S/D	S/D
Julio	212.93	1.94	81.31	889.80
Agosto	S/D	S/D	S/D	S/D
Septiembre	196.32	2.39	66.90	888.00
Octubre	209.45	3.01	44.37	887.26
Noviembre	231.13	3.85	54.22	888.33
Diciembre	231.83	3.76	55.69	889.38
Promedio	**216.33**	**2.99**	**60.50**	**888.55**

Figura IV.15. Direcciones predominantes del viento en la estación Pilares Nicozari.



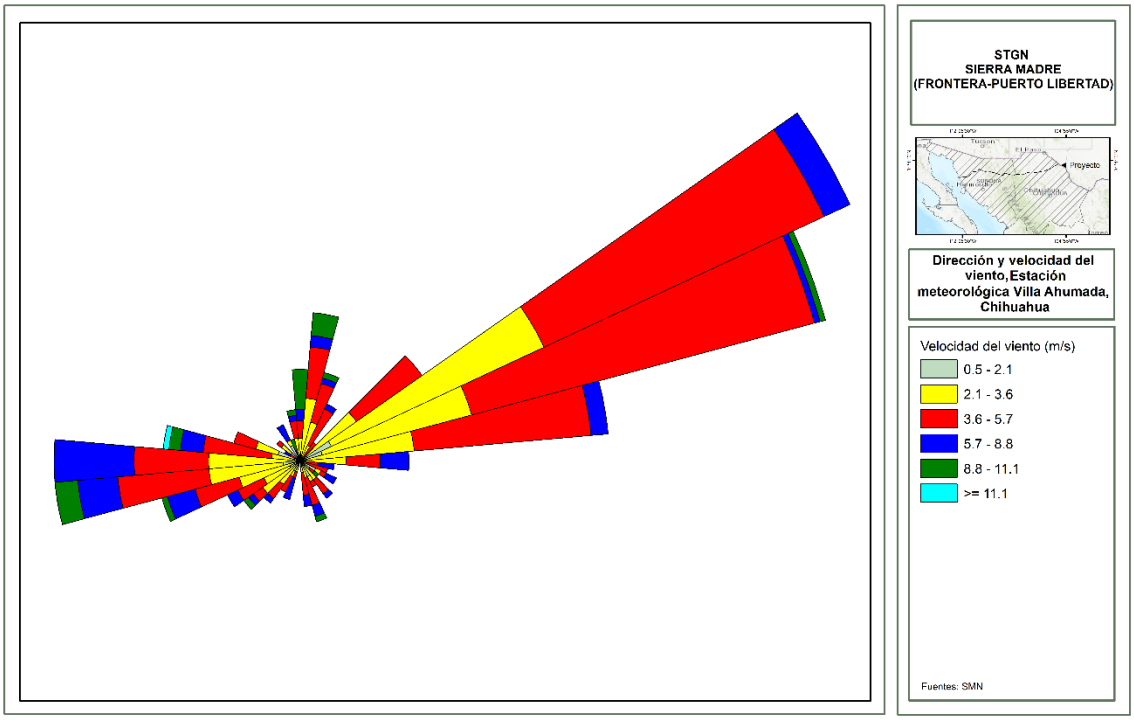
Para la estación Villa Ahumada, no se tuvieron registros en los meses de enero a julio para la dirección del viento y su velocidad, humedad relativa ni presión barométrica; en este sentido, con los registros que se tienen, se observa que la dirección de los vientos predominantes señala que es en dirección hacia el noreste y, en menor medida hacia el sureste, noroeste y suroeste. Asimismo, se tiene una mayor velocidad del viento en agosto y octubre, con la velocidad más alta de 10.80 m/s para el mes de octubre, y la velocidad más baja de 7.10 m/s en noviembre, con una velocidad promedio anual de 9.65 m/s. En cuanto a la humedad relativa, se tiene un mayor porcentaje en noviembre, con 62.63%, mientras que el mes con menor humedad relativa es octubre, con 43.01%. Por último, para la presión barométrica, se tiene un registro constante para cada mes, con un promedio anual de 876.35 hPa.

Tabla IV.18. Registros de dirección y velocidad del viento, humedad relativa y presión barométrica en la estación Villa Ahumada.

Villa Ahumada				
Mes	**Dirección del viento (°)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Humedad Relativa (%)**	**Presión barométrica (hPa)**
Enero	S/D	S/D	S/D	S/D
Febrero	S/D	S/D	S/D	S/D

Villa Ahumada				
Mes	**Dirección del viento (°)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Humedad Relativa (%)**	**Presión barométrica (hPa)**
Marzo	S/D	S/D	S/D	S/D
Abril	S/D	S/D	S/D	S/D
Mayo	S/D	S/D	S/D	S/D
Junio	S/D	S/D	S/D	S/D
Julio	S/D	S/D	S/D	S/D
Agosto	171.01	10.77	58.70	882.94
Septiembre	180.68	9.93	53.00	881.58
Octubre	195.55	10.80	43.01	852.84
Noviembre	204.47	7.10	62.63	887.17
Diciembre	210.12	9.64	44.41	877.23
Promedio	**192.37**	**9.65**	**52.35**	**876.35**

Figura IV.16. Direcciones predominantes del viento en la estación Villa Ahumada.



IV.2.1.1.4. Fenómenos climatológicos

En las estaciones meteorológicas reportadas anteriormente se presentan los datos para los siguientes fenómenos climatológicos: lluvia, neblina, granizo y tormentas eléctricas para las 4 estaciones climatológicas. El número de días promedio mensual se describe en la

Tabla IV.19.

Tabla IV.19. Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en las estaciones meteorológicas.

Estación	Eventos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Altar	Lluvia	3.1	2.1	2.5	1	0.4	0.9	6.3	6.4	3.5	2	1.6	3.1	32.9
	Niebla	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2
	Granizo	0	0	0.1	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.2
	Tormenta Eléctrica	0	0	0.1	0	0.2	0.3	2.1	1.9	0.6	0.4	0.1	0	5.7
Pilares Nicozari	Lluvia	3.9	2.8	2.2	0.9	0.8	1.9	12.6	9.3	4.9	2.4	2.8	4.1	48.6
	Niebla	0	0	0	0	0	0.2	1.2	0.7	0.3	0.1	0.1	0	2.6

Estación	Eventos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
	Granizo	0	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0.3
	Tormenta Eléctrica	0.1	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0.3	0.1	0	0	0.7
Nuevo Casas Grandes	Lluvia	3.9	2.8	2.8	1.5	2	4	14.7	12.6	8.5	4.2	2.9	4.2	64.1
	Niebla	0.3	0.1	0	0	0.1	0	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	1.5
	Granizo	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0	0	1
	Tormenta Eléctrica	0	0.3	0.2	0.5	1.1	2.8	4.9	5.6	2.8	1.1	0.2	0.1	19.6
Villa Ahumada	Lluvia	2.7	2	1.9	1.5	2.1	3	7.7	9	6.1	3.7	2.1	3	44.8
	Niebla	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.3
	Granizo	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0	0.1	0.2	0	0	0.5
	Tormenta Eléctrica	0	0	0.1	0	0.1	0.4	0.7	0.9	0.3	0.1	0.1	0	2.7

Para la estación Altar, se tiene que el promedio mensual máximo de días para la lluvia se da en el mes de julio con 6.4, mientras que el promedio mensual mínimo de días es en el mes de mayo con 0.4, y un promedio anual de 32.9. Para la niebla, se tuvieron promedios de días de 0.1 en enero y diciembre, y de cero para el resto de los meses, con un promedio anual de 0.2. Para el granizo, se tuvo un promedio mensual de días de 0.1 en marzo y julio, y de cero para los demás meses, con un promedio anual de días de 0.2. Por último, para la tormenta, se tuvo un promedio de días mensual máximo de 2.1 en julio, un promedio de días mensual mínimo de 0.1 en marzo y noviembre, y un promedio de cero para los meses de enero, febrero, abril y diciembre.

Para la estación Pilares Nicozari, se tiene que el promedio mensual máximo de días para la lluvia se da en el mes de julio con 12.6, mientras que el promedio mensual mínimo de días es en el mes de mayo con 0.8, y un promedio anual de 48.6. Para la niebla, se tuvo un promedio anual de 0.2 días, con el mes de julio con un registro de 1.2 días y de cero para los meses de diciembre a abril. Para el granizo, se tuvo un promedio anual de días de 0.3, con 0.1 días para marzo, mayo y julio y de cero para el resto de los meses. Por último, para la tormenta, se tuvo un promedio de días anual de 0.7, donde septiembre tuvo un promedio de 0.3 días y el resto entre cero y 0.1 días.

Para la estación Nuevo Casas Grandes, se tiene un promedio anual de días de 64.1, con el mes de julio con un valor de 14.7 para el más alto, y de 1.5 el más bajo en el mes de abril. Para la niebla, se tuvo un promedio anual de 1.5 días, con valores en el resto del año entre 0.5 y cero. Para el granizo, se tuvo un promedio anual de días de 1, con valores entre 0.2 y cero para los demás meses. Por último, para la tormenta, se tuvo un promedio de días anual de 19.6, con valores entre 5.6 como el más alto para agosto, y de cero como el más bajo en el mes de enero.

Para la estación Villa ahumada, se tiene un promedio anual de días de 44.8, con el mes de agosto con un valor de 9 para el más alto, y de 1.5 el más bajo en el mes de abril. Para la niebla, se tuvo

un promedio anual de 0.3 días, con valores en el resto del año entre 0.1 y cero. Para el granizo, se tuvo un promedio anual de días de 0.5, con valores entre 0.2 y cero para los demás meses. Por último, para la tormenta, se tuvo un promedio de días anual de 2.7, con valores entre 0.9 como el más alto en agosto, y de cero como el más bajo para los meses de diciembre a febrero y abril.

a) Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno es < 0 °C durante un tiempo mayor a cuatro horas. Conforme al Atlas Nacional de Riesgos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (**CENAPRED**)4, el **AI**, **SAR** y el **AP** se encuentran en una zona de peligro alto, medio y bajo por ocurrencia de heladas, tal como se presenta en la Figura IV.17 y en la Tabla IV.20.

Figura IV.17. Nivel de peligro por heladas en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR**.



Tabla IV.20. Grado de Peligro por heladas dentro del **SAR**, **AI** y **AP** por secciones.

Grado	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Bajo	21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	22, 23, 24, 25, 26, 27	22, 23, 24, 25, 26, 27
Medio	13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23	13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22	14, 15, 16, 17, 20, 21, 22
Alto	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

[4] http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/

Así, se tiene que tanto en el **SAR**, **AI** y **AP**, predomina un grado Alto en el peligro por heladas, con 20 secciones en el **SAR** y 14 secciones en el **AI** y **AP**; el grado Medio se tiene en 10 secciones del **SAR**, en 8 secciones en el **AI** y en 7 secciones del **AP**; y por último el grado Bajo se tiene en 7 secciones del **SAR**, y en 6 secciones tanto del **AI** como del **AP**.

b) Ciclones (huracanes)

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañado de lluvias intensas.

El **CENAPRED** define los ciclones tropicales como masas de aire cálido y húmedo que se forman en el mar a temperaturas mayores a 26°C, con vientos fuertes que giran alrededor de una zona central en sentido contrario a las manecillas de reloj. De acuerdo con el **CENAPRED** y debido a la ubicación geográfica del **Proyecto**, el peligro por ciclones en la mayoría del **AP, AI** y **SAR** es muy bajo, y solo una porción de los municipios de Magdalena de Kino y Santa Ana, en el estado de Sonora es bajo, tal como se aprecia en la **Figura IV.18** y en la **Tabla IV.21**.

Figura IV.18. Nivel de peligro por ciclones tropicales en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR**.

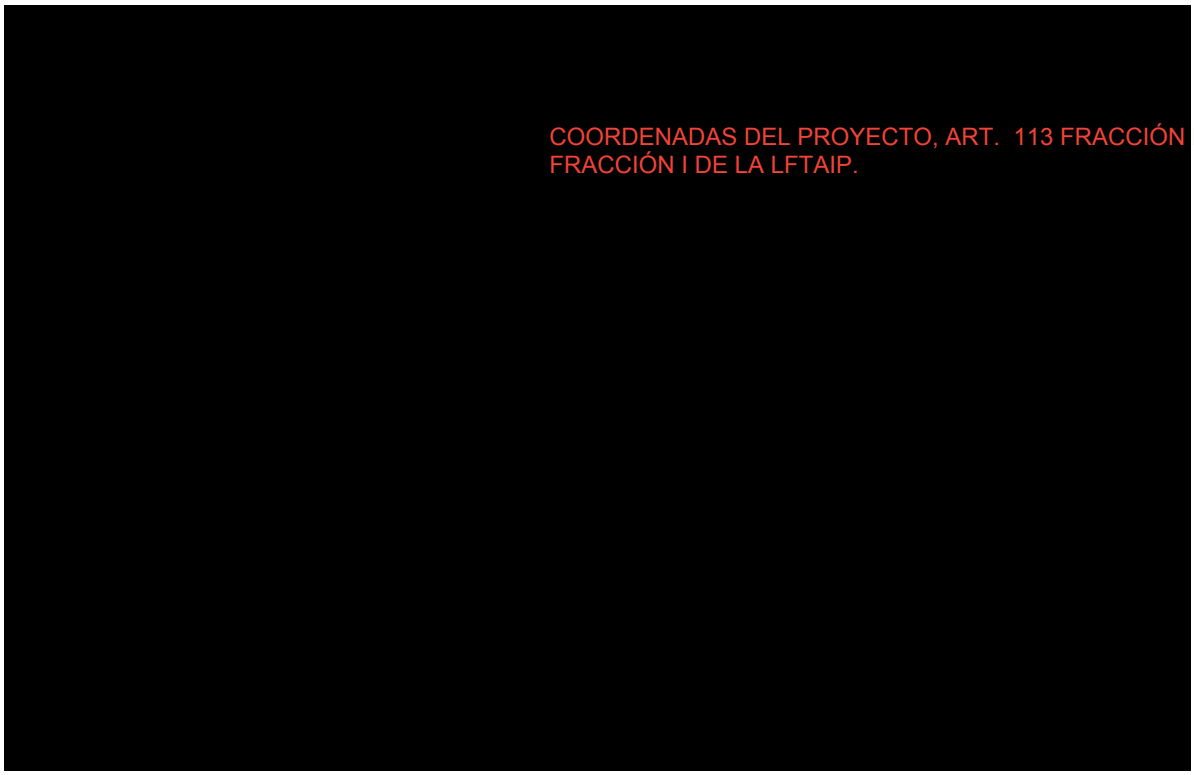


Tabla IV.21. Grado de Peligro por Ciclones tropicales dentro del **SAR**, **AI** y **AP** por secciones.

Grado	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Muy bajo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 26, 27	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
Bajo	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27
Medio	25, 26		

De acuerdo con la tabla anterior, se tiene que el grado de peligro por ciclones es en su mayoría Muy Bajo tanto en las secciones del **SAR**, **AI** y del **AP**; es Bajo en las secciones 20 a la 27 de las 3 áreas, y es Medio únicamente en las secciones 25 y 26 del **SAR**.

c) Granizo

El granizo es un tipo de precipitación que se forma cuando las gotas de agua al interior de las nubes de tormenta (cumulonimbos) son impulsadas hacia zonas frías, en donde se congelan. Al chocar con otras gotas congeladas se aglutinan y crecen formando piedras de hielo que se precipitan debido a su peso. De acuerdo con los datos del **CENAPRED**, el **AP**, el **AI** y el **SAR** en la parte noreste, se encuentran en una zona donde el nivel de peligro por granizo es medio, mientras que en la parte noroeste se encuentran en una zona con nivel de peligro bajo (**Figura IV.19**).

Figura IV.19. Nivel de peligro por granizo en el **AP**, **AI** y **SAR**.

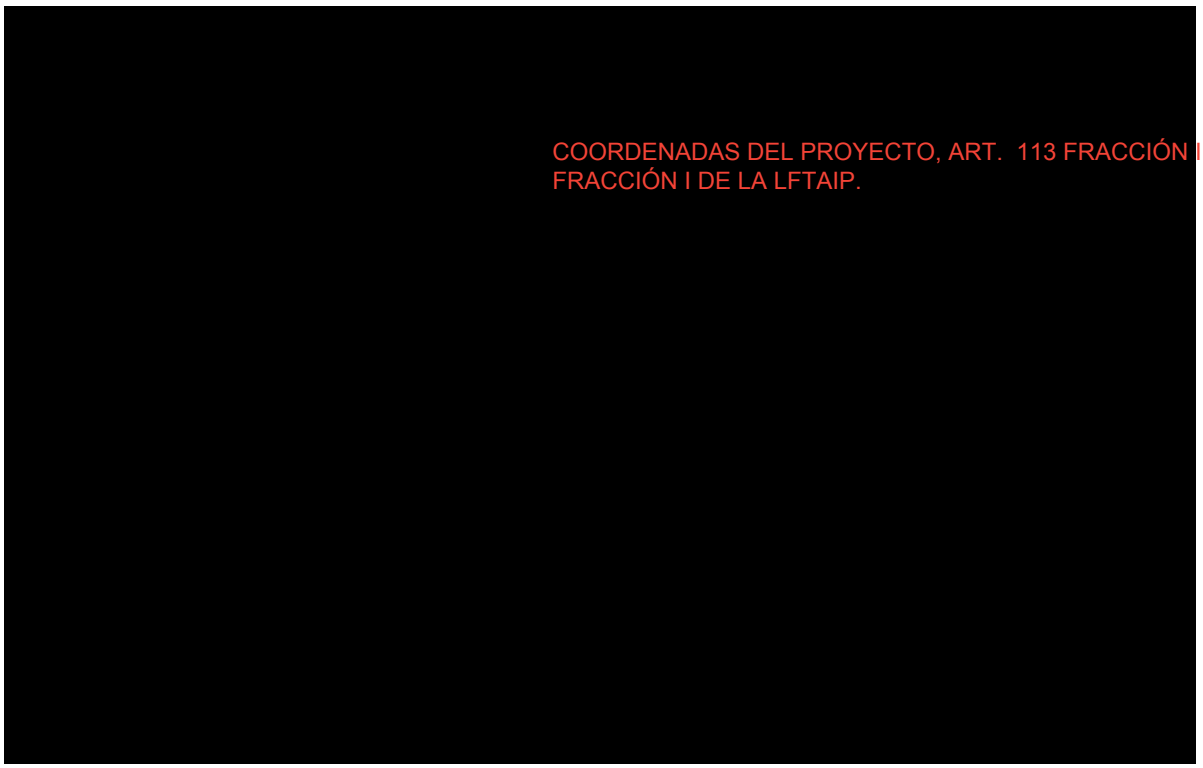


Tabla IV.22. Grado de Peligro por granizo dentro del **SAR**, **AI** y **AP** por secciones.

Grado	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Bajo	1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	1, 2, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27
Medio	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 25, 26	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Tal como se aprecia en la tabla anterior, se tiene un grado de peligro por granizo Bajo en 17 secciones del **SAR** y **AI**, mientras que en el **AP** se presenta en 16 secciones; y un grado de peligro Medio se presenta en 16 secciones del **SAR** y en 14 secciones del **AI** y **AP**.

d) Sequía

La sequía es una condición normal y recurrente del clima, ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región.

Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto por sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

De acuerdo con los datos del Atlas de Riesgos del **CENAPRED,** el **AP, SAR** y el **AI** se encuentran en una zona con un peligro medio por sequía en la parte noreste y central de la trayectoria del **Proyecto**, mientras que en la parte noroeste y una porción de la parte central de la trayectoria de la tubería se encuentran en una zona con un peligro alto por sequía (**Figura IV.20**).

Figura IV.20. Nivel de peligro por sequía en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR**.



Tabla IV.23. Grado de Peligro por sequía dentro del **SAR**, **AI** y **AP** por secciones.

Grado	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Medio	1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12, 13,14,15,16	1,2,3,4,5,6,9,10,11,12, 13,14,15	1,2,3,4,5,6,9,10,11,12,13,14,15
Alto	5,6,7,8,9,11,12,13,14,15, 16,17,18, 19, 20,21, 22, 23,24, 25,26,27	6,7,8,9,12,15,17,18, 19, 20,21,22,23,24,25, 26, 27	6,7,8,9,12,15,17,18, 19, 20,21,22,23,24,25,26, 27

De acuerdo con la tabla anterior, se puede observar que predomina el grado Alto de peligro por Sequía, al presentarse en 22 secciones del **SAR**, y en 17 secciones tanto del **AI** como del **AP**; mientras que el grado Medio se tiene en 15 secciones del **SAR**, y en 13 secciones, siendo las mismas para el **AI** y para el **AP**.

e) Inundaciones

Las inundaciones son fenómenos hidrometeorológicos que, de acuerdo con el **CENAPRED**, consisten en el incremento del nivel de superficie libre de un cuerpo de agua (río, lago, mar, etc.) que ocasiona la invasión del agua en sitios usualmente secos. Las inundaciones se generan debido a la ocurrencia de eventos extraordinarios como tormentas, oleaje por huracanes o incluso por fallas en estructuras hidráulicas como presas. El **SAR, AP** y **AI**, en los municipios de Guadalupe, Buenaventura en el estado de Chihuahua, y Villa Hidalgo, Santa Ana, Trincheras y Pitiquito, estado de Sonora se encuentran en una zona con un nivel de peligro por inundaciones bajo; en los

municipios de Nuevo Casas Grandes, Galeana, Casas Grandes, en el estado de Chihuahua, y Bacerac, Huachinera, Cumpas, Arispe, Cucurpe, en el estado de Sonora se encuentran en una zona con un nivel de peligro por inundaciones muy bajo; y el municipio de Ahumada en estado de Chihuahua, se encuentra en una zona con un nivel de peligro por inundaciones muy alto (**Figura IV.21**).

Figura IV.21. Nivel de peligro por inundaciones en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR**.

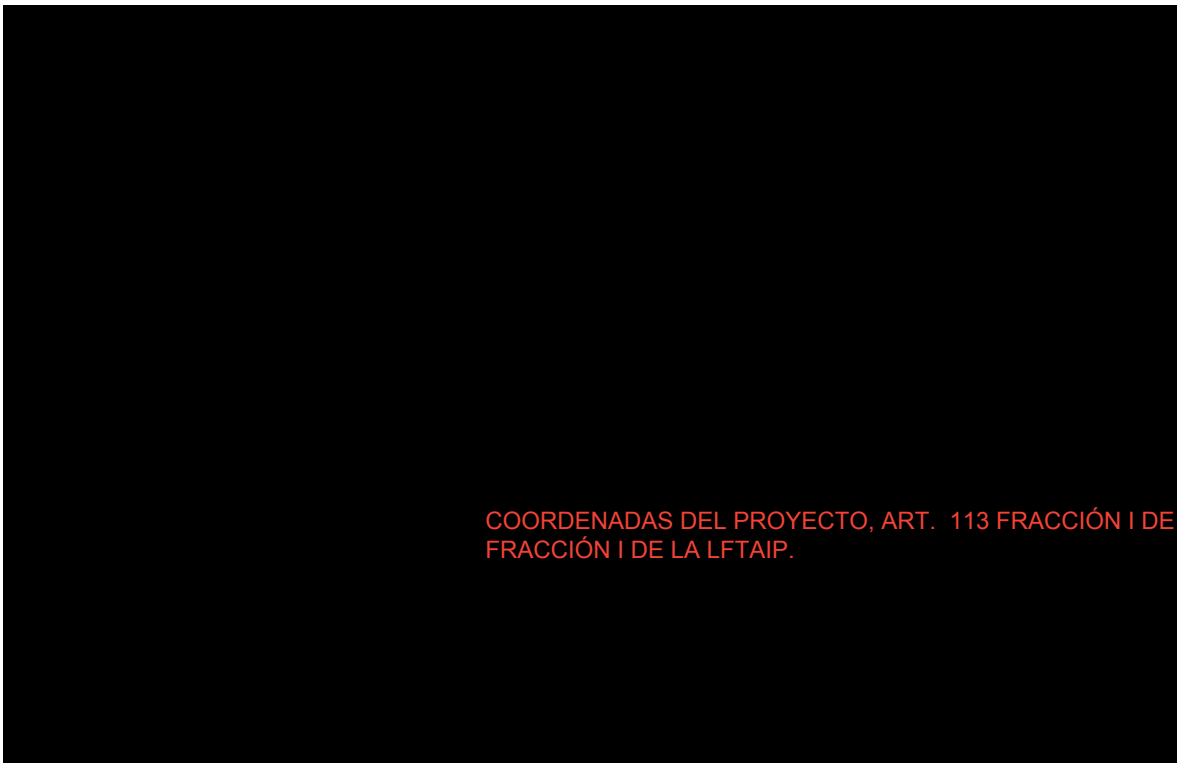


Tabla IV.24. Grado de Peligro por inundaciones dentro del **SAR**, **AI** y **AP** por secciones.

Grado	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Muy bajo	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,23	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,1 9,20	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20
Bajo	1,2,5,6,7,11,12,13,14,15,16,17,20, 21,22,23,24,25,26,27	1,2,6.7,13,14,15,20,21, 22, 23,24,25,26,27	1,2,6,7,14,15,20,21,22,23,24, 25, 26, 27
Medio	21,22,25,26,27		
Muy Alto	1,2,3,4,5,6,7	1,2,3,4,5,6	2,3,4,5,6

En este sentido, se tiene que el grado Bajo es el que predomina en 20 secciones del **SAR**, en 15 del **AI** y en 14 del **AP**; le sigue el grado Muy Bajo, que se presenta en 15 secciones del **SAR**, y en 14

del **AI** y del **AP**. Los grados menos presentes son el Medio, con presencia únicamente en 5 secciones del **SAR**, y el grado Muy alto, presentándose en 7 secciones del **SAR**, en las primeras 6 secciones del **AI** y en las secciones 02 a la 06 del **AP**.

IV.2.1.2. Geología

Dentro del **AI**, **AP** y **SAR** existen 20 unidades litoestratigráficas, mismas que corresponden a Arenisca, Arenisca-Conglomerado, Arenisca-Limolita, Caliza, Caliza-Arenisca, Caliza-Limolita, Caliza-Lutita, Cataclásita, Complejo Metamórfico, Conglomerado, Gneis, Limolita-Arenisca, Lutita-Arenisca, N/A, Skarm, Volcanosedimentaria, ígnea extrusiva básica, ígnea extrusiva intermedia, ígnea extrusiva Ácida e ígnea intrusiva ácida.

De acuerdo con la escala geocronológica del estado de Sonora y Chihuahua, dentro del área correspondiente al **SAR, AI** y **AP**, es posible localizar afloramientos de la era del Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico, y Precámbrico. Asimismo, el predominio de rocas de tipo ígneas, metamórficas y sedimentarias como caliza y limolita-areniscas, debido a los distintos episodios volcánicos y deformaciones tectónicas ocurridos en la zona a lo largo del tiempo (INEGI, 1990). (**Figura IV.22**).

Figura IV.22. Unidades litoestratigráficas del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** secciones 01 a 08.



Figura IV.23. Unidades litoestratigráficas del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** secciones 09 a 15.

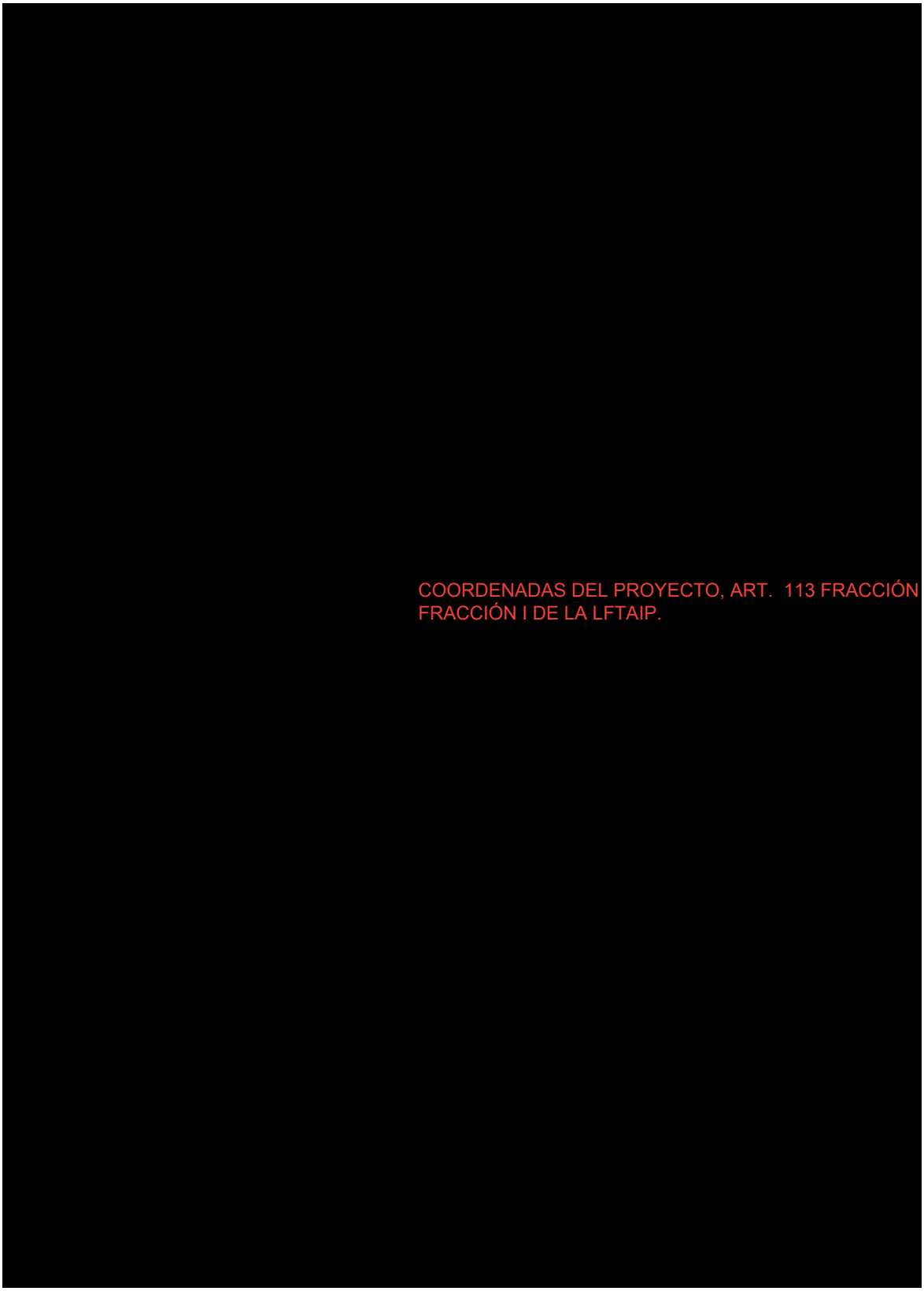
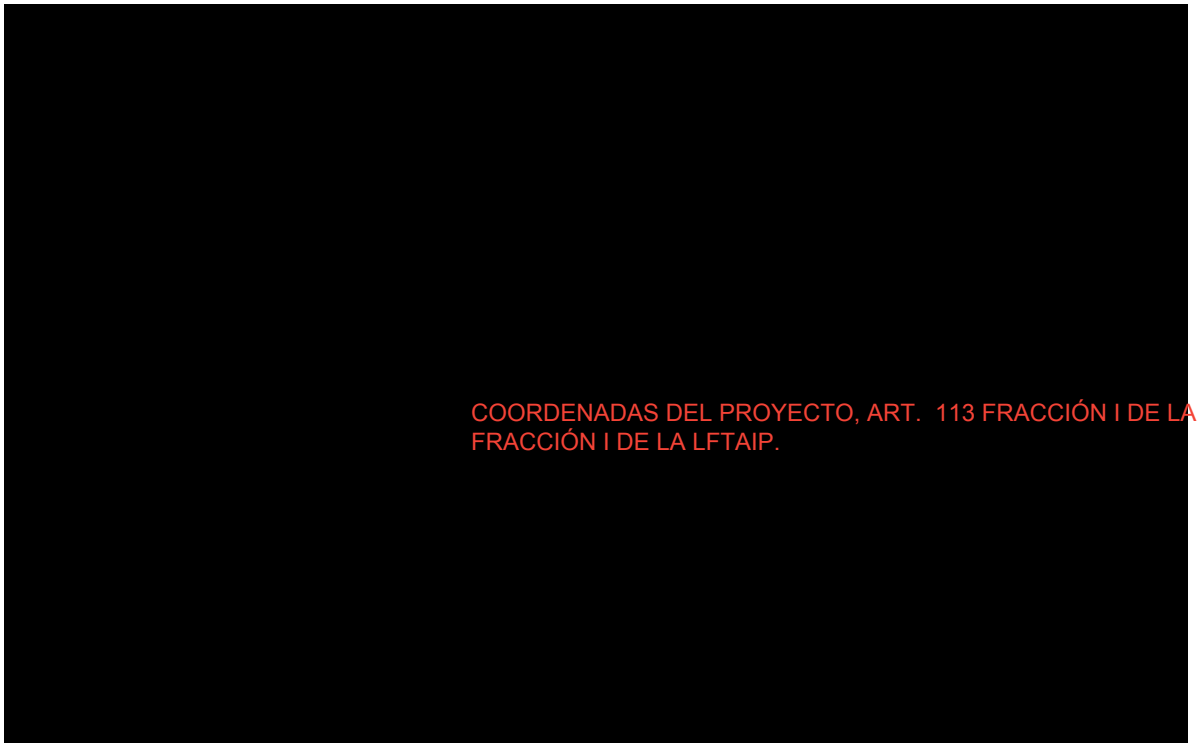


Figura IV.25. Unidades litoestratigráficas del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** secciones 21 a 27.



Asimismo, en la siguiente tabla se indica de manera específica las unidades litoestratigráficas de acuerdo con las superficies obtenidas en el **SAR**, **AI** y **AP**, y la incidencia para cada una de las secciones del **Proyecto**.

Tabla IV.25. Superficies por unidad litoestatigráfica dentro del **SAR**, área de influencia y área del **Proyecto** por secciones.

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
Sección 01						0.007	0.000	
	Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	8,378.771	378.418	5.118
	Ki(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico	7,279.701	707.938	10.502
	Ki(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	7,707.526	81.222	0.459
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	16,720.808	1,706.564	29.400
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	3,232.382	225.093	3.431
	Q(eo)	N/A	Eólico	Cenozoico	Cuaternario	2,263.093		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	15,709.854	968.354	13.689
	T(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Cenozoico	Terciario	2,258.996	414.482	7.681
	T(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	1,972.822	623.030	7.433
Suma Sección 01						**65,523.961**	**5,105.101**	**77.713**
Sección 02	Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	3,743.747	58.765	
	Ki(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	270.427	215.628	3.367
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	66,754.357	4,436.333	67.803
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	873.043	70.765	1.852
	Q(eo)	N/A	Eólico	Cenozoico	Cuaternario	17,418.359		
	Q(la)	N/A	Lacustre	Cenozoico	Cuaternario	3,947.936	97.710	2.078

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	2,092.988	24.940	0.369
	T(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Cenozoico	Terciario	187.398		
	T(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	64.341		
	Tom(R)	Ígnea extrusiva	Riolita	Cenozoico	Terciario	66.073		
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	385.452		
					Suma Sección 02	**95,804.121**	**4,904.141**	**75.469**
Sección 03	Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	9,872.829	57.266	0.154
	Ki(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico	558.627	61.571	0.779
	Ki(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	145.972		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	79,152.451	2,450.596	41.516
	Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario	30.275		
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	4,567.309	180.429	3.073
	Q(eo)	N/A	Eólico	Cenozoico	Cuaternario	15,605.404		
	Q(la)	N/A	Lacustre	Cenozoico	Cuaternario	135.761		
	T(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Terciario	6,300.019		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	29,210.397	682.023	10.981
	T(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Cenozoico	Terciario	71.774		
	T(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Cenozoico	Terciario	517.081		

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	T(La)	Ígnea extrusiva	Latita	Cenozoico	Terciario	428.099		
	T(Sk)	Metamórfica	Skarn	Cenozoico	Terciario	343.652		
	T(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	627.259	138.806	2.125
	T(Tq)	Ígnea extrusiva	Traquita	Cenozoico	Terciario	2,258.127	50.094	
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	9,209.953	1,030.428	13.454
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	5,849.264	329.896	4.581
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	2,639.630		
					Suma Sección 03	**167,523.885**	**4,981.109**	**76.662**
Sección 04	Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	2,482.321	115.023	
	Ki(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico	234.552	0.477	
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	56,839.232	2,295.096	36.084
	Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario	496.982		
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	4,371.094	36.562	
	Q(eo)	N/A	Eólico	Cenozoico	Cuaternario	7,905.617		
	Q(la)	N/A	Lacustre	Cenozoico	Cuaternario	765.934		
	T(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Terciario	1,105.344	103.187	0.665
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	17,063.256	761.326	20.576
	T(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Cenozoico	Terciario	116.917		

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	T(La)	Ígnea extrusiva	Latita	Cenozoico	Terciario	22.664		
	T(Tq)	Ígnea extrusiva	Traquita	Cenozoico	Terciario	8,756.164		
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	14,777.617	570.153	7.120
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	1,256.036		
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	6,565.269	624.195	11.582
					Suma Sección 04	**122,758.999**	**4,506.021**	**76.028**
Sección 05	Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	1,726.413	46.742	
	Ki(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico	558.648		
	Ks(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Mesozoico	Cretácico	1,933.791		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	77,462.786	3,853.890	65.983
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	6,307.776	711.850	8.850
	T(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario	118.536		
	T(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Terciario	4,973.182		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	15,769.734	69.907	
	T(La)	Ígnea extrusiva	Latita	Cenozoico	Terciario	1,700.956		
	T(Rd-Ta)	Ígnea extrusiva	Riodacita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	2,098.753		
	T(Sk)	Metamórfica	Skarn	Cenozoico	Terciario	125.911		
	T(Tq)	Ígnea extrusiva	Traquita	Cenozoico	Terciario	808.700		

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	14,841.342		
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	3,544.897	232.597	5.692
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	170.500		
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	9,888.871	308.763	2.603
					Suma Sección 05	**142,030.796**	**5,223.750**	**83.127**
Sección 06	Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	3,167.943	420.871	4.413
	Ks(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Mesozoico	Cretácico	1.138		
	Ks(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	1,284.894		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	46,552.244	2,934.986	46.378
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	4,525.894	399.725	7.292
	T(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario	605.481	38.592	0.843
	T(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Terciario	4,476.229	322.902	3.772
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	5,047.470	802.250	13.793
	T(Da)	Ígnea extrusiva	Dacita	Cenozoico	Terciario	59.310		
	T(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Cenozoico	Terciario	123.405	33.628	
	T(Rd-Ta)	Ígnea extrusiva	Riodacita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	1,282.936		
	T(Tn)	Ígnea intrusiva	Tonalita	Cenozoico	Terciario	620.121		
	T(Tq)	Ígnea extrusiva	Traquita	Cenozoico	Terciario	101.517	46.074	0.308

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	10.163		
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	4,816.736	211.846	3.330
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	84.864		
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	2,284.123		
Suma Sección 06						**75,044.468**	**5,210.873**	**80.129**
Sección 07	Ks(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	848.984		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	53,048.388	2,741.776	38.857
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	3,636.339	330.497	5.125
	T(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Terciario	8,292.237		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	1,022.000		
	T(Rd-Ta)	Ígnea extrusiva	Riodacita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	219.869		
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	15,375.269	675.479	13.533
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	10,668.270	1,457.552	22.585
Suma Sección 07						**93,111.356**	**5,205.304**	**80.101**
Sección 08	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	89,908.190	2,620.924	40.395
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	1,501.014		
	T(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Terciario	6,876.590	27.952	
	T(Rd-Ta)	Ígnea extrusiva	Riodacita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	59.568		

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Tom(Bva)	Ígnea extrusiva	Brecha volcánica ácida	Cenozoico	Terciario	1,812.714		
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	6,053.248		
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	26,880.715	2,465.260	38.696
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	148.568		
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	2,702.999		
Suma Sección 08						**135,943.606**	**5,114.136**	**79.091**
Sección 09	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	21,068.991	1,070.939	23.859
	Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario	257.762		
	Tom(Bva)	Ígnea extrusiva	Brecha volcánica ácida	Cenozoico	Terciario	2,488.957		
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	1,549.008		
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	32,112.047	2,274.149	33.248
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	18,833.370	1,799.068	31.747
Suma Sección 09						**76,310.136**	**5,144.157**	**88.854**
Sección 10	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	3,288.506	442.713	9.319
	Tom(R)	Ígnea extrusiva	Riolita	Cenozoico	Terciario	1,008.895	143.622	2.172
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	27,503.618	2,769.423	45.424
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	5,422.500	675.377	9.163
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	10,603.006	242.970	2.567

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
					Suma Sección 10	**47,826.525**	**4,274.105**	**68.645**
Sección 11	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	476.104	16.248	
	Tom(R)	Ígnea extrusiva	Riolita	Cenozoico	Terciario	510.150	113.557	0.859
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	18,774.796	1,174.298	18.043
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	31,521.578	2,805.830	44.239
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	6,052.225	354.094	6.461
					Suma Sección 11	**57,334.852**	**4,464.028**	**69.602**
Sección 12	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	7.653		
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	23,410.581	3,536.597	57.273
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	8,728.528	1,291.118	21.042
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	461.421	225.371	0.157
					Suma Sección 12	**32,608.183**	**5,053.087**	**78.473**
Sección 13	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	1,534.903	176.887	2.264
	Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario	2,867.651		
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	370.882		
	T(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario	999.810	103.450	
	T(Bva)	Ígnea extrusiva	Brecha volcánica ácida	Cenozoico	Terciario	274.950		
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	8,123.026	1,250.098	20.780

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	7,185.468	454.935	8.694
	Ts(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Neógeno	1,618.475		
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	814.248	28.450	
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	18,425.901	2,483.546	38.532
					Suma Sección 13	**42,215.314**	**4,497.366**	**70.270**
Sección 14	K(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Mesozoico	Cretácico	2.760		
	Ks(ar-Ta)	Ígnea extrusiva	Arenisca-Toba ácida	Mesozoico	Cretácico	189.104		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	3,010.423	77.072	1.222
	Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario	12,259.569	413.246	2.795
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	1,485.878		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	4,952.526	277.451	5.819
	Ti(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Paleógeno	57.667	10.250	0.007
	Ti(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Paleógeno	308.561		
	Ti(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Paleógeno	6,312.665	871.141	14.827
	Ti(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Paleógeno	210.307		
	Tom(R)	Ígnea extrusiva	Riolita	Cenozoico	Terciario	177.567		
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	5,685.718	510.425	9.531
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	22,738.130	2,072.348	35.956

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Ts(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Neógeno	284.495		
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	8,129.772	764.018	7.737
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	1,013.345		
Suma Sección 14						**66,818.487**	**4,995.950**	**77.894**
Sección 15	K(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Mesozoico	Cretácico	6,132.657	455.727	8.134
	K(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Mesozoico	Cretácico	6,481.552	457.002	7.932
	Ks(ar-Ta)	Ígnea extrusiva	Arenisca-Toba ácida	Mesozoico	Cretácico	1,084.659		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	630.891	14.966	
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	2,390.591		
	T(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Cenozoico	Terciario	203.919		
	Ti(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Paleógeno	735.148	144.139	2.339
	Ti(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Paleógeno	1,287.702	122.486	1.218
	Ti(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Paleógeno	2,217.945	9.527	0.890
	Ti(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Paleógeno	4,935.593	591.895	10.255
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	27,366.233	3,030.474	45.990
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	508.547	48.326	
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	632.688		
Suma Sección 15						**54,608.125**	**4,874.541**	**76.758**

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
Sección 16	K(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Mesozoico	Cretácico	8,173.489	791.056	11.306
	K(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Mesozoico	Cretácico	1,053.164		
	K(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Mesozoico	Cretácico	5,524.234	603.619	9.717
	Ks(ar-Ta)	Ígnea extrusiva	Arenisca-Toba ácida	Mesozoico	Cretácico	135.980		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	2,360.870	187.058	2.098
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	14,325.424	1,118.498	18.481
	T(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Cenozoico	Terciario	3.723		
	Ti(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Paleógeno	311.692		
	Ti(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Paleógeno	315.965		
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	12,817.391	684.184	11.976
Suma Sección 16						**45,021.931**	**3,384.416**	**53.578**
Sección 17	H2O	N/A	N/A	N/A	N/A	82.795		
	K(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Mesozoico	Cretácico	4,832.773	404.527	6.532
	Ks(ar-Ta)	Ígnea extrusiva	Arenisca-Toba ácida	Mesozoico	Cretácico	4,204.004	25.673	
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	6,142.040	274.531	12.659
	Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario	7,581.370	471.270	8.211
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	763.068		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	19,273.137	1,812.212	29.058

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	7,880.619	202.069	0.827
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	18,721.010	1,942.736	29.577
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	1,325.074		
	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	440.389		
Suma Sección 17						**71,246.278**	**5,133.018**	**86.865**
Sección 18	Ki(cz-lm)	Sedimentaria	Caliza-Limolita	Mesozoico	Cretácico	707.069		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	1,358.623	134.271	2.419
	Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario	215.041	6.927	0.511
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	44.746		
	T(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario	1,006.407		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	10,416.328	1,547.794	26.556
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	13,969.918	1,553.069	23.820
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	5,447.425	430.118	6.882
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	13,315.288	1,528.285	19.959
Suma Sección 18						**46,480.844**	**5,200.463**	**80.146**
Sección 19	Js(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	Jurásico	10,052.600	370.372	3.945
	K(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Mesozoico	Cretácico	1,908.725	548.994	7.584
	Ki(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Mesozoico	Cretácico	223.013	175.644	5.416

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Ki(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	Cretácico	3,388.985	752.972	12.010
	Ki(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	682.754		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	876.480	89.204	1.329
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	1,437.777	441.816	5.935
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	13,168.558	1,288.877	19.298
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	18,392.010	1,542.769	24.648
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	617.743		
					Suma Sección 19	**50,748.645**	**5,210.648**	**80.164**
Sección 20	Js(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	Jurásico	12,482.981	1,625.307	25.813
	K(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Mesozoico	Cretácico	99.581		
	Ki(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	378.393		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	1,913.504	193.161	1.243
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	1,191.811	186.938	6.327
	T(Bva)	Ígnea extrusiva	Brecha volcánica ácida	Cenozoico	Terciario	282.731		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	18,959.616	1,371.421	21.116
	T(Ct)	Metamórfica	Cataclasita	Cenozoico	Terciario	542.700		
	T(Rd)	Ígnea extrusiva	Riodacita	Cenozoico	Terciario	1,283.321		
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	22,233.820	1,443.161	21.487

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	6,503.091	381.446	4.132
					Suma Sección 20	**65,871.550**	**5,201.433**	**80.117**
Sección 21	K(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Mesozoico	Cretácico	59.953		
	Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	216.010	15.716	
	Ki(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	3,283.389	267.504	5.171
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	19,808.944	1,931.424	35.789
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	16,526.972	1,147.499	16.921
	S/lt	N/A	N/A	N/A	N/A	447.514		
	T(Bva)	Ígnea extrusiva	Brecha volcánica ácida	Cenozoico	Terciario	2,543.272	34.731	0.891
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	24,083.283	1,127.692	15.688
	T(Ct)	Metamórfica	Cataclasita	Cenozoico	Terciario	7,841.657		
	T(Rd)	Ígnea extrusiva	Riodacita	Cenozoico	Terciario	1,865.884		
	Tom(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	4,513.126	726.446	13.509
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	3,418.289		
					Suma Sección 21	**84,608.293**	**5,251.013**	**87.970**
Sección 22	J(lm-ar-cg)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	Jurásico	5,160.732	603.890	7.715
	K(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Mesozoico	Cretácico	1,610.240		
	K(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Mesozoico	Cretácico	153.891		

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	547.472	209.699	3.121
	Ki(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	176.987		
	P(cz-ar)	Sedimentaria	Caliza-Arenisca	Paleozoico	N/D	159.788		
	PE(Gn)	Metamórfica	Gneis	Precámbrico	N/A	5,858.273		
	Pi(cz)	Sedimentaria	Caliza	Paleozoico	N/D	38.671		
	Pi(cz-ar)	Sedimentaria	Caliza-Arenisca	Paleozoico	N/D	1,398.927		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	28,804.723	2,620.347	42.816
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	1,005.158	361.774	5.358
	T(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario	90.726		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	12,631.019	920.095	15.791
	T(Ct)	Metamórfica	Cataclasita	Cenozoico	Terciario	1,162.767		
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	1,362.567		
Suma Sección 22						**60,161.942**	**4,715.805**	**74.801**
Sección 23	J(lm-ar-cg)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	Jurásico	8,768.931		
	J(Vc)	Ígnea extrusiva	Volcanoclástico	Mesozoico	Jurásico	109.519		
	K(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Mesozoico	Cretácico	218.574		
	K(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Mesozoico	Cretácico	10,106.483		
	K(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Mesozoico	Cretácico	70.469		

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	P(cz-ar)	Sedimentaria	Caliza-Arenisca	Paleozoico	N/D	389.526		
	PE(Gn)	Metamórfica	Gneis	Precámbrico	N/A	7,116.168	39.847	
	Pi(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Paleozoico	N/D	419.405		
	Pi(cz-ar)	Sedimentaria	Caliza-Arenisca	Paleozoico	N/D	2,522.534		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	57,785.079	3,401.711	53.558
	S/It	N/A	N/A	N/A	N/A	164.113		
	T(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario	745.817		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	35,868.900	1,031.203	15.536
	Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	507.094		
Suma Sección 23						**124,792.610**	**4,472.761**	**69.094**
Sección 24	H2O	N/A	N/A	N/A	N/A	7.560		
	J(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Mesozoico	Jurásico	2,015.588		
	J(lm-ar-cg)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	Jurásico	9,367.978		
	K(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Mesozoico	Cretácico	3,619.317		
	K(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Mesozoico	Cretácico	187.165		
	P(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Paleozoico	N/D	64.689		
	P(cz)	Sedimentaria	Caliza	Paleozoico	N/D	212.743		
	PE(Gn)	Metamórfica	Gneis	Precámbrico	N/A	14,945.378	166.766	0.039

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Pi(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Paleozoico	N/D	2,162.308		
	Pi(cz)	Sedimentaria	Caliza	Paleozoico	N/D	604.902		
	Pi(cz-ar)	Sedimentaria	Caliza-Arenisca	Paleozoico	N/D	7,733.372	345.063	3.544
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	61,143.094	2,306.034	37.742
	T(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Cenozoico	Terciario	0.478		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	35,001.837	1,848.019	30.448
	T(Rd)	Ígnea extrusiva	Riodacita	Cenozoico	Terciario	526.214		
					Suma Sección 24	**137,592.622**	**4,665.882**	**71.774**
Sección 25	J(lm-ar-cg)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	Jurásico	443.698		
	K(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Mesozoico	Cretácico	4,450.537	464.968	10.282
	K(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Mesozoico	Cretácico	8,340.749		
	M(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	N/D	600.704		
	P(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Paleozoico	N/D	2,813.920		
	P(cz)	Sedimentaria	Caliza	Paleozoico	N/D	100.749		
	PE(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Precámbrico	N/A	543.994		
	PE(C.Met.)	Metamórfica	Complejo metamórfico	Precámbrico	N/A	1,323.107		
	PE(cz)	Sedimentaria	Caliza	Precámbrico	N/A	7,874.797	77.856	0.451
	PE(Gn)	Metamórfica	Gneis	Precámbrico	N/A	7,447.762	3.689	

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	PE(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Precámbrico	N/A	410.117		
	Pi(cz-ar)	Sedimentaria	Caliza-Arenisca	Paleozoico	N/D	812.178		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	109,460.553	1,559.636	19.168
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	11,707.796	1,023.037	17.103
	T(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario	668.803		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	21,563.630	808.146	13.195
	T(Da)	Ígnea extrusiva	Dacita	Cenozoico	Terciario	355.244		
	T(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Cenozoico	Terciario	215.010		
	T(Rd)	Ígnea extrusiva	Riodacita	Cenozoico	Terciario	11.902		
	T(Rd-Da)	Ígnea extrusiva	Riodacita-Dacita	Cenozoico	Terciario	1,488.993	202.576	2.596
	Ti(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Paleógeno	411.099		
	Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	740.784	239.507	4.590
Suma Sección 25						**181,786.126**	**4,379.415**	**67.386**
Sección 26	K(D)	Ígnea intrusiva	Diorita	Mesozoico	Cretácico	545.956		
	K(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Mesozoico	Cretácico	21,099.890	32.163	
	K(Gn)	Metamórfica	Gneis	Mesozoico	Cretácico	336.018		
	K(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Mesozoico	Cretácico	3,938.611		
	P(cz)	Sedimentaria	Caliza	Paleozoico	N/D	35.016		

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	PE(C)	Metamórfica	Cuarcita	Precámbrico	N/A	57.602		
	PE(cz)	Sedimentaria	Caliza	Precámbrico	N/A	10,516.978		
	PE(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Precámbrico	N/A	559.031		
	PE(Gn)	Metamórfica	Gneis	Precámbrico	N/A	999.995		
	PE(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Precámbrico	N/A	1,720.452		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	214,879.054	3,569.661	55.129
	Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario	295.584		
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	44,696.172	888.424	13.851
	T(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario	65.107		
	T(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Terciario	146.894		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	1,139.350		
	T(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Cenozoico	Terciario	66.262		
	T(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Cenozoico	Terciario	223.831		
	T(R)	Ígnea extrusiva	Riolita	Cenozoico	Terciario	5,582.130	86.553	1.374
	T(R-Bva)	Ígnea extrusiva	Riolita-Brecha volcánica ácida	Cenozoico	Terciario	1,337.687		
	T(Rd)	Ígnea extrusiva	Riodacita	Cenozoico	Terciario	173.622		
	T(Rd-Da)	Ígnea extrusiva	Riodacita-Dacita	Cenozoico	Terciario	3,873.021		
	T(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	14,270.883		

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	T(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	496.998		
	TR(ar-lm)	Sedimentaria	Arenisca-Limolita	Mesozoico	Triásico	162.501		
	TR-J(ar-Ti)	Ígnea extrusiva	Arenisca-Toba intermedia	Mesozoico	N/D	7,805.691		
					Suma Sección 26	**335,024.336**	**4,576.801**	**70.354**
Sección 27						1.517		
	K(D)	Ígnea intrusiva	Diorita	Mesozoico	Cretácico	1,055.946		
	K(Gd)	Ígnea intrusiva	Granodiorita	Mesozoico	Cretácico	39,428.234	56.204	1.173
	K(Gr)	Ígnea intrusiva	Granito	Mesozoico	Cretácico	2,085.448		
	K(Tn)	Ígnea intrusiva	Tonalita	Mesozoico	Cretácico	3,745.241		
	M(E)	Metamórfica	Esquisto	Mesozoico	N/D	67.910		
	M(Gn)	Metamórfica	Gneis	Mesozoico	N/D	3,784.785		
	M(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	N/D	1,703.921		
	P(cz)	Sedimentaria	Caliza	Paleozoico	N/D	175.092		
	PE(cz)	Sedimentaria	Caliza	Precámbrico	N/A	53.981		
	Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	196,150.471	4,310.299	67.690
	Q(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Cuaternario	584.023		
	Q(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Cuaternario	13,816.603	76.728	
	Q(eo)	N/A	Eólico	Cenozoico	Cuaternario	42,204.009	0.011	

Sección	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
						Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Q(la)	N/A	Lacustre	Cenozoico	Cuaternario	703.039		
	T(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Terciario	2,931.742		
	T(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Cenozoico	Terciario	307.939		
	T(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Terciario	2,298.672		
	T(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	18,956.343	241.592	4.413
	T(R)	Ígnea extrusiva	Riolita	Cenozoico	Terciario	1,883.692		
	T(Rd)	Ígnea extrusiva	Riodacita	Cenozoico	Terciario	212.205		
	T(Rd-Da)	Ígnea extrusiva	Riodacita-Dacita	Cenozoico	Terciario	3,424.825		
	T(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	5,741.607		
	T(Ta)	Ígnea extrusiva	Toba ácida	Cenozoico	Terciario	73.233		
	Tm(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	1,030.754		
	TR(ar-lm)	Sedimentaria	Arenisca-Limolita	Mesozoico	Triásico	3,112.716		
	TR-J(ar-Ti)	Ígnea extrusiva	Arenisca-Toba intermedia	Mesozoico	N/D	118.352		
					Suma Sección 27	**345,652.303**	**4,684.834**	**73.276**
					Total	**2,824,450.292**	**130,430.156**	**2,054.34**

En este sentido, se distingue que, en el **SAR**, **AI** y **AP** se presentan los de Clase Sedimentaria, Ígnea extrusiva, Ígnea intrusiva, N/A y Metamórfica, donde las Sedimentarias de tipo Caliza, Lutita Arenisca y Caliza-Lutita se presentan en su mayoría en el **SAR** y **AI** en las secciones 01 a la 05, y en el **SAR** en las secciones 22 a la 27; y el tipo Limolita-Arenisca predomina en las secciones 18 a la 22 en el **SAR** y **AP**, y en las secciones 23 a la 27 del **SAR**. En el **AP**, se observan en su mayoría los de tipo Conglomerado en las secciones 01 a la 07, y de la sección 09 a la 27.

Los de Clase Ígnea extrusiva tiene presencia en todas las secciones del **SAR**, así como predominar en sus distintos tipos en las secciones 06, 10 a la 13, 15 a 17, 19 y 20 tanto para el **AI** como para el **AP**; se presenta en mucho menor superficie en las secciones 03, 04, 05, 07, 08, 09, 14, 18, 21 y 25 del **AI** y **AP**, y sin presencia en las secciones 02, 22 a 24 y 27 tanto del **AI** como del **AP**.

Para la Clase Ígnea Intrusiva, se tiene presencia en todas las secciones del **SAR**, así como dominar en sus distintos tipos en la sección 02, tanto para el **AI** como para el **AP**; se presenta en mucho menor superficie en las secciones 03, 06,19, 25, 26 y 27 del **AI** y **AP**, y sin presencia en las secciones 01, 04, 05, 07 a la 18, 20 a la 24 tanto del **AI** como del **AP**.

Con respecto a la Clase Metamórfica, se tiene presencia en las secciones 03, 05, 20, 21, 22, 26 y 27 del **SAR**, en la sección 23 a la 25 del **SAR** y **AI**, y sin presencia en las secciones 01, 02, 04, 06 a la 19 tanto en el **SAR**, **AI** o **AP**.

Los de Clase Ígnea extrusiva tiene presencia en todas las secciones del **SAR**, así como predominar en sus distintos tipos en las secciones 06, 10 a la 13, 15 a 17, 19 y 20 tanto para el **AI** como para el **AP**; se presenta en mucho menor superficie en las secciones 03, 04, 05, 07, 08, 09, 14, 18, 21 y 25 del **AI** y **AP**, y sin presencia en las secciones 02, 22 a 24 y 27 tanto del **AI** como del **AP**.

Para las Clases N/A, se tiene la presencia de los tipos Aluvial, Eólico, N/A y Lacustre, dominando el tipo Aluvial en todas las secciones del **SAR**; así como en la mayoría de las secciones del **AI** y **AP**, excepto en las secciones 12 y 17 donde no se tuvo registros de dichos tipos; asimismo, no se tuvo presencia del Tipo Eólico y Lacustre en las secciones 03, 04, y solo de tipo Lacustre en la sección 27 del **AP**.

IV.2.1.3. Fisiografía

La provincia fisiográfica es un conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva. El **SAR, AI y AP** pertenecen a las provincias fisiográficas Llanura Sonorense, Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras del Norte, de conformidad con lo presentado en la siguiente figura y tabla.

Figura IV.26. Provincias fisiográficas en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR**.

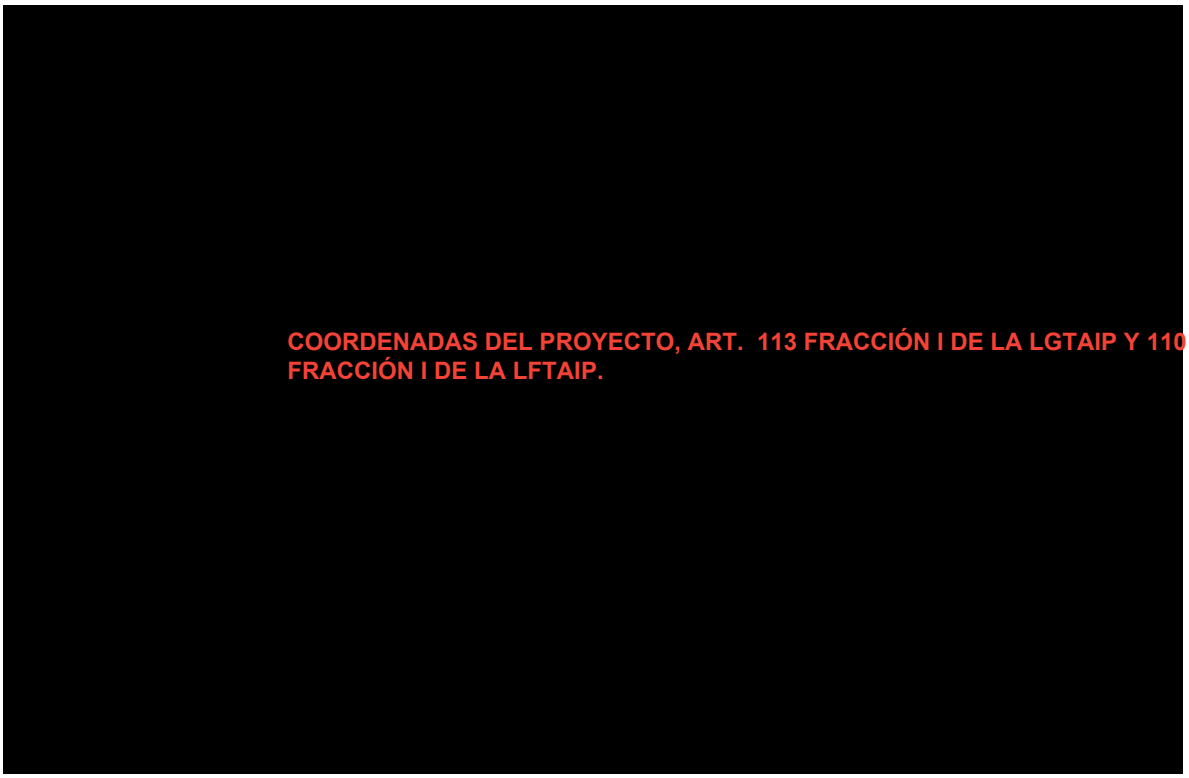


Tabla II. 1. Tipo de provincia fisiográfica en el AP, AI y SAR por sección.

Provincia	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Llanura Sonorense	20,21,22,23,24,25,26,27	20,21,22,23,24,25,26,27	20,21,22,23,24,25,26,27
Sierras Y Llanuras Del Norte	8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21	10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20	10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20
Sierra Madre Occidental	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10

En este sentido, se tiene que la Provincia Fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte es la que tiene mayor presencia, ya que abarca de la sección 08 a la 21 del **SAR**, y de la sección 10 a la 20 tanto en el **AI** como en el **AP**; seguido de Sierra Madre Occidental, que se encuentra de la sección 1 a la 10 del **SAR**, **AI** y **AP**; y por último Llanuras Sonorense, que se ubica de la sección 20 a la sección 27 tanto en el **SAR**, **AI** como en el **AP**.

La provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte ocupan parte de los estados de Chihuahua y Coahuila. Esta provincia enclavada en un ambiente árido y semiárido, se extiende hasta parte de los Estados Unidos de América, sus sierras bajas y abruptas quedan separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras; son frecuentes las cuencas endorreicas o bolsones, algunos de ellos salinos, a veces con desarrollo de lagos temporales. En esta provincia se localiza una parte de la cuenca del

río Conchos, afluente del Bravo, y en su centro, el Bolsón de Mapimí. A 50 km al sur de Ciudad Juárez se encuentra uno de los campos de dunas (de arena) más extensos del país, el de Samalayuca. Al sur de esta provincia se extiende la Laguna de Mayrán o Bolsón de Coahuila y más al sur se continúa la antigua región lacustre de los bolsones de Viesca, así como una pequeña zona de dunas, la de Bilbao.

La provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental ocupa parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit y Zacatecas. Se inicia en el área fronteriza con Arizona, Estados Unidos y termina en el río Santiago en Nayarit, en donde se conecta con el Eje Volcánico Transversal. Constituye un importante sistema montañoso, de origen ígneo, volcánico en su mayor parte; la sierra se levanta hasta los 3,000 msnm con una región escarpada orientada al occidente; hacia el oriente la sierra desciende a una región con grandes mesetas. Las condiciones geológicas y fisiográficas tan peculiares de esta sierra han propiciado la formación de cañones profundos sobre su vertiente occidental, entre los que destaca el cañón del Cobre, labrado por el río Urique y sus afluentes.

La provincia Llanura Sonorense se tiene que la mayor parte de esta llanura se localiza en el estado de Sonora. Consta de una serie de sierras paralelas con una orientación nor-noroeste a sur-sureste, separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras extensas, que se van ampliando hacia la costa. Los ríos Sonoyta y Concepción son intermitentes y se originan dentro de esta provincia. Aunque la mayor parte de la cuenca del río Colorado se ubica en los Estados Unidos, forma un gran delta en su desembocadura en el Golfo de California. Al oriente de este río se localiza una extensa zona de dunas, casi desprovistas de vegetación, que llegan hasta la Sierra del Pinacate, que, con sus cráteres, mesetas de lava y su gran volcán El Pinacate que alcanza los 1,600 m sobre el nivel del mar, integran una discontinuidad fisiográfica en esta provincia.

Por otro lado, las subprovincias fisiográficas son subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas, teniendo que el **SAR**, **AI** y **AP** se ubican en las subprovincias del Bolsón de Mapimí, Llanuras y Médanos del Norte, Sierras Plegadas del Norte, Sierras y Cañadas del Norte, Sierras y Llanuras Sonorenses, Sierras y Llanuras Tarahumaras y Sierras y Valles del Norte, de conformidad con lo presentado en la siguiente figura y tabla.

Figura IV.27. Subprovincias fisiográficas en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR**.



Tabla IV.26. Tipo de subprovincia fisiográfica en el AP, AI y SAR por sección.

Subprovincia	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Sierras Y Llanuras Sonorenses	20,21,22,23,24,25,26,27	20,21,22,23,24,25,26,27	20,21,22,23,24,25,26,27
Llanuras Y Médanos Del Norte	3,4,5,6,7,8,9,10	3,4,5,6,7,8,9,10	3,4,5,6,7,8,9,10
Sierras Plegadas Del Norte	1,2,3	1,2,3	1,2,3
Sierras Y Valles Del Norte	14,15,16,17,18,19,20,21	14,15,16,17,18,19,20	14,15,16,17,18,19,20
Sierras Y Cañadas Del Norte	10,11,12,13,14	10,11,12,13,14	10,11,12,13,14
Sierras Y Llanuras Tarahumaras	8,9,10		
Del Bolsón De Mapimí	5		

En este sentido, se tiene que las subprovincias Sierras y Llanuras Sonorenses, Llanuras y Médanos Del Norte, y Sierras y Valles Del Norte son las que tienen mayor presencia tanto en el **SAR**, **AI** y **AP**; asimismo, la subprovincia Del Bolsón De Mapimí solo se presenta en la sección 05 del **SAR**, y la subprovincia Sierras Y Llanuras Tarahumaras solamente tiene presencia en las secciones 08 a la 10 en el **SAR**; mientras que la de Sierras Plegadas Del Norte se encuentra en las secciones 01, 02 y 03 tanto del **SAR**, **AI** como del **AP**.

IV.2.1.3.1. Características del relieve

Entre las características más importantes del relieve se encuentran las que se refieren a las elevaciones, pendientes y exposiciones del terreno que determinan las topoformas de la superficie del terreno. Algunas características tales como fallas y fracturas tectónicas son parte complementaria de la morfología de una superficie determinada.

a) Altitud

El **SAR, AP** y **AI** se encuentran en zonas con elevaciones bajas y medias, las cuales van de los 0 msnm, mayormente en los municipios del estado de Sonora, a los 2,500 msnm en los municipios de Casas Grandes, Bacerac y Huachinera. Los detalles se presentan en la siguientes figuras y tabla.

Figura IV.28. Gradiente altitudinal en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** para las secciones 1 a la 11.

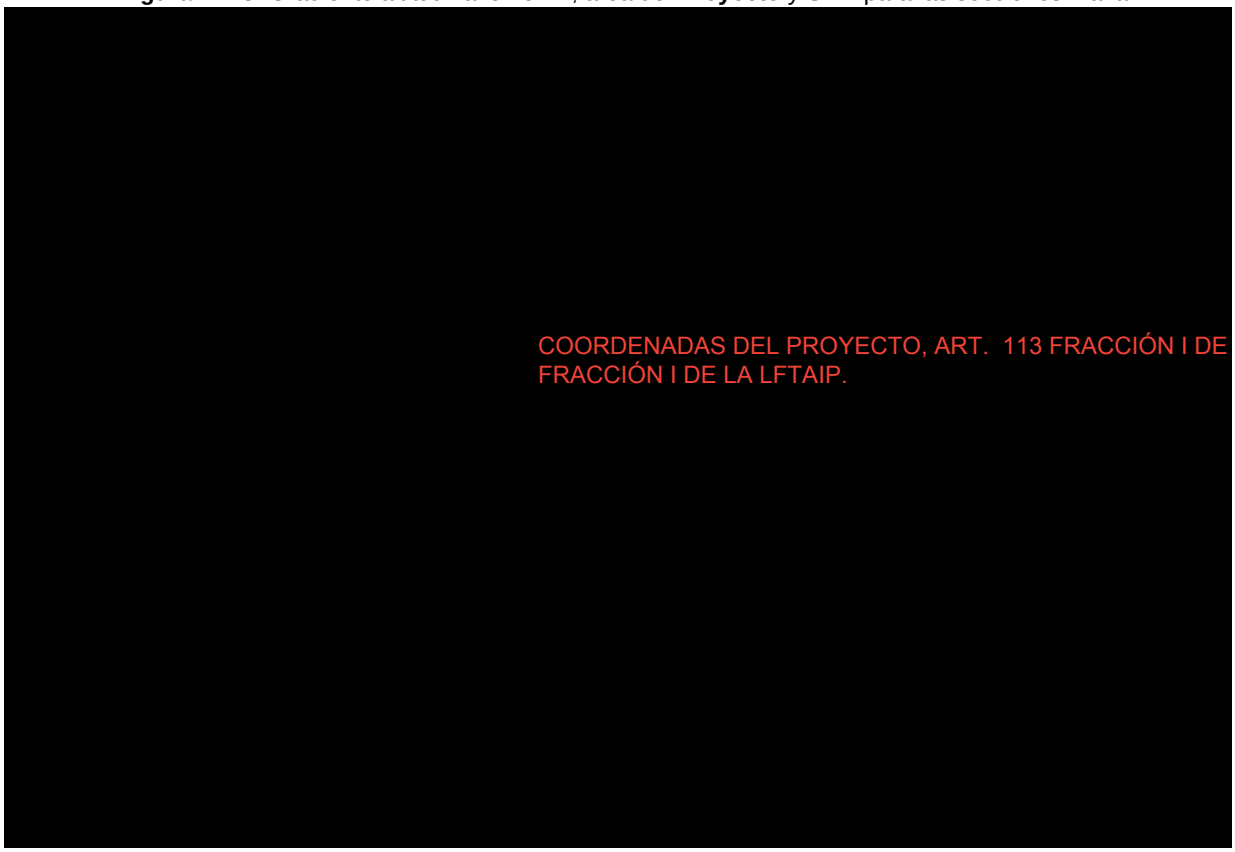


Figura IV.29. Gradiente altitudinal en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** para las secciones 12 a la 27.

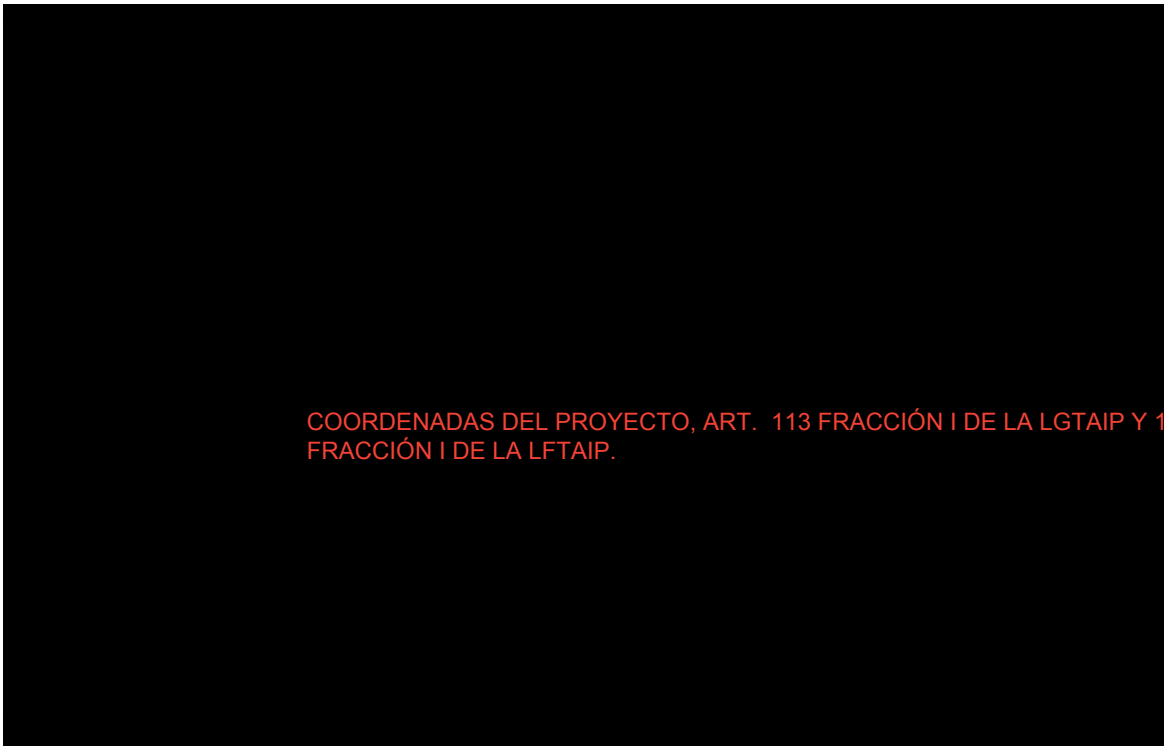


Tabla IV.27. Rango de Elevaciones máximas y mínimas en el AP, AI y SAR por sección.

Sección	SAR			AI			AP		
	Elevación máxima (msnm)	Elevación mínima (msnm)	Pendiente %	Elevación máxima (msnm)	Elevación mínima (msnm)	Pendiente %	Elevación máxima (msnm)	Elevación mínima (msnm)	Pendiente %
1	2100	1100	7.43	1600	1100	3.97	1500	1100	3.01
2	1800	1400	3.89	1500	1400	0.82	1500	1400	0.80
3	2100	1500	1.90	1500	1300	3.06	1500	1300	2.23
4	1800	1200	3.14	1500	1300	3.51	1400	1300	2.40
5	2100	1300	4.07	1400	1300	10.00	1300	1300	0.00
6	1900	1300	3.46	1500	1400	5.08	1500	1400	3.72
7	1700	1300	1.99	1400	1400	0.00	1400	1400	0.00
8	2400	1400	3.74	1700	1400	2.79	1600	1400	1.94
9	2500	1500	5.40	1900	1600	8.53	1800	1600	6.69
10	2600	1700	25.69	2500	1700	13.62	2300	1700	8.61
11	2500	1700	5.59	2400	1900	9.04	2400	1900	8.32

Sección	SAR			AI			AP		
	Elevación máxima (msnm)	Elevación mínima (msnm)	Pendiente %	Elevación máxima (msnm)	Elevación mínima (msnm)	Pendiente %	Elevación máxima (msnm)	Elevación mínima (msnm)	Pendiente %
12	2600	1200	7.73	2300	1200	21.76	2100	1200	18.37
13	2400	1100	11.53	2200	1200	10.64	2100	1200	9.46
14	2100	600	6.48	1800	700	7.01	1500	700	4.69
15	2100	700	8.95	1700	700	7.25	1700	800	7.14
16	2000	900	9.32	1500	900	6.83	1300	900	3.49
17	1700	800	5.11	1500	900	2.63	1500	900	2.52
18	1800	800	14.27	1600	900	8.89	1500	900	5.41
19	2000	900	4.84	1800	1000	7.14	1500	1000	4.17
20	1700	800	6.59	1400	900	9.45	1300	900	4.75
21	1400	700	8.05	900	700	1.59	800	700	0.77
22	1100	600	2.36	700	600	1.68	600	600	0.00
23	1200	450	1.70	600	600	0.00	600	600	0.00
24	1400	400	2.01	700	600	1.50	600	600	0.00
25	1000	300	2.34	700	600	1.75	700	600	1.26
26	1000	100	3.00	500	450	1.04	500	450	1.19
27	900	50	4.33	500	50	2.19	450	50	1.82

Como se observa en la tabla anterior, en el **SAR** se tienen las mayores elevaciones en las secciones 09 a la 12, con elevaciones máximas entre 2500 y 2600 msnm, teniendo que las elevaciones mínimas se ubican en las secciones 25 a la 27 con elevaciones entre los 50 y 300 msnm; en el **AI**, las mayores elevaciones se tienen en las secciones 10 a la 12, con un rango entre 2300 y 2500, y las mínimas se ubican en las secciones 22 a la 27 con elevaciones entre los 50 y 600 msnm; y en el **AP**, las mayores elevaciones se encuentran en las secciones 10 a la 13, con elevaciones entre 2100 y 2400 msnm, mientras que las mínimas se ubican en las secciones 22 a la 27 con elevaciones entre los 50 y 600 msnm.

b) Topoformas

Un sistema de topoformas se define como un conjunto de formas de terreno asociadas entre sí según algún patrón (o patrones) estructural(es) o degradativo(s) y que además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística en relación con la unidad jerárquica que las comprende.

Las clases de topoformas se describen con base en la elevación, aspecto, componente, origen, material de depósito, ubicación, asociación y fase.

El **AP, SAR** y el **AI** se localizan dentro de un sistema de topoformas de tipo Bajada, Llanura, Lomerío, Sierra y Valle, de conformidad con la siguiente figura y tabla.

Figura IV.30. Topoformas en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** de la sección 01 a la 11.

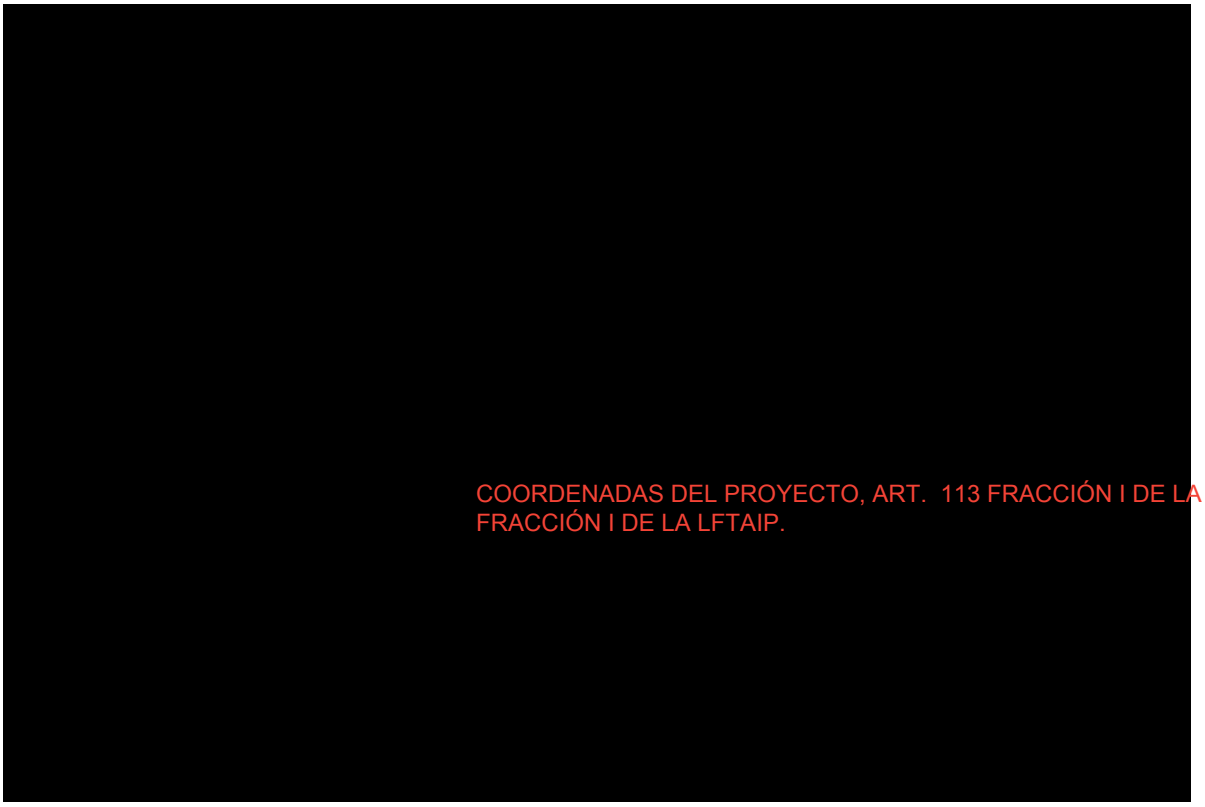


Figura IV.31. Topoformas en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** de la sección 12 a la 27.

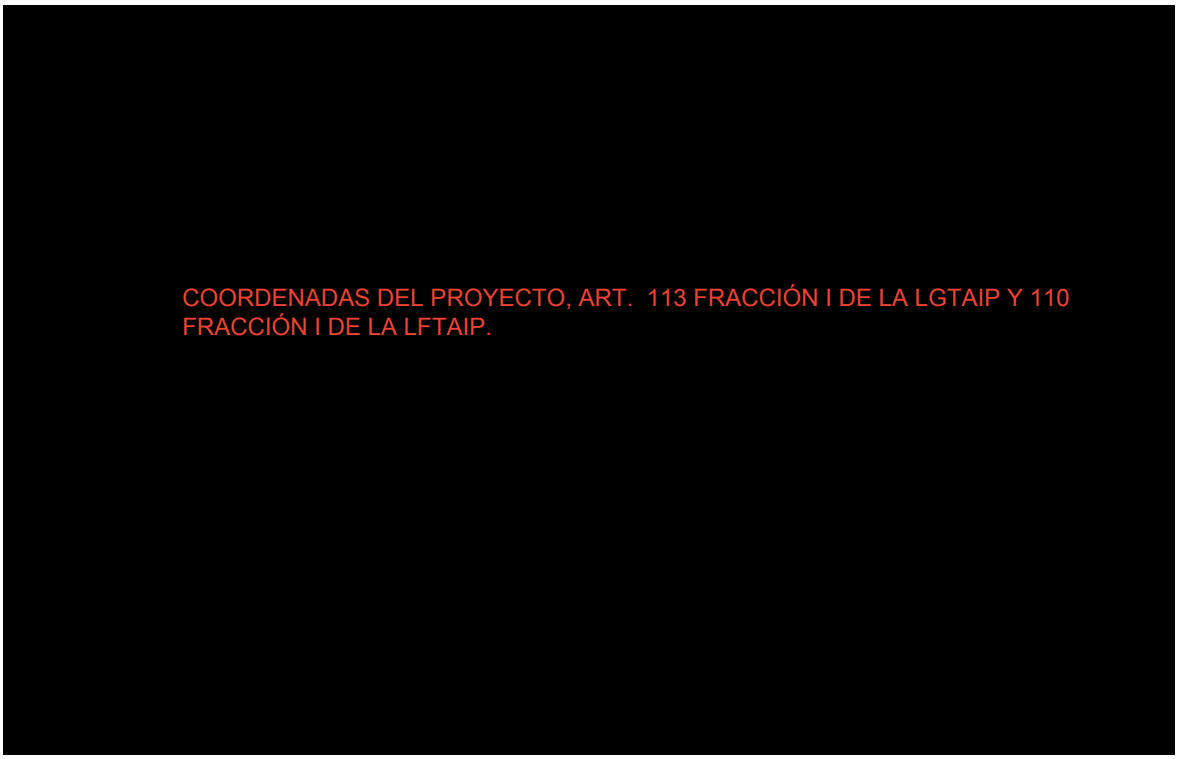


Tabla IV.28. Tipo de topoforma en el AP, AI y SAR por sección.

Nombre	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Bajada	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,20,21,22,23,24, 25,26,27	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10 20,21,22, 23, 24, 25, 26,27	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,20,21, 22, 23, 24, 25,26,27
Llanura	1,2,3,4,5,6,7,8,9,26,27	2,4,5,6,7,8,9	2,4,5,6,7,8,9
Lomerío	1,3,4,9,10,18,25	1,3,4,9,18	1,3,4,9,18
Sierra	1,2,3,4,5,6,8,910,11,12,13,14,15,16, 17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27	1,3,8,9,10,11,12, 13, 14, 15,16, 17,18,19,20, 23,25	3,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,25
Valle	1,13,14,15,16,17,20	1,13,14,15,16,17	1,13,14,15,16,17

Como se aprecia en la tabla anterior, las topoformas de Sierra y Bajada son las que tienen mayor presencia tanto en el **SAR** como en el **AI** y **AP**, seguido de Llanura con 11 secciones en el **SAR** y 7 secciones en el **AI** y **AP**; los Lomerios se presentan en 7 secciones en el **SAR**, y en 5 secciones del **AI** y **AP**; y por último el Valle, con presencia en 7 secciones del **SAR** y en 6 secciones del **AI** y del **AP**.

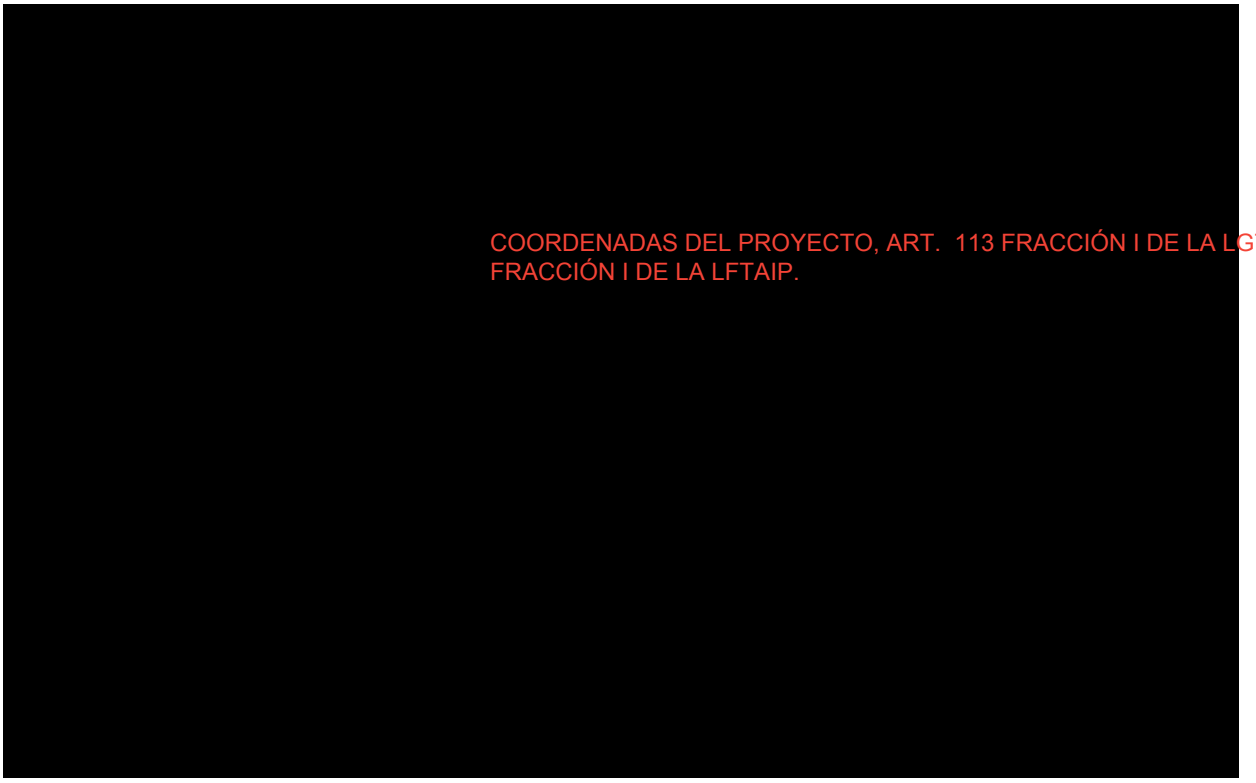
c) Presencia de fallas y fracturas

Según el diccionario de datos geológicos del **INEGI**[v], una falla geológica es la ruptura de la roca a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa y una fractura geológica. Se refiere a las superficies discretas que segmentan o dividen en bloques a rocas y minerales en la naturaleza; estas definen superficies de baja cohesión. Son el resultado del comportamiento quebradizo de los materiales.

Las fracturas pueden ser generadas por la concentración de esfuerzos en zonas de contraste composicionales (contactos de capas, cambios de facies, entre otros), por pérdida de volumen (compactación), por enfriamiento o durante una deformación contraccional o extensional.

De acuerdo con el **INEGI,** en total para el **AP, AI** y **SAR** se localizan cinco fallas de tipo Eje estructural, 50 fallas de tipo normal y 28 fracturas. Las fallas y las secciones en las que se ubican, se presentan en las siguientes figuras y tabla.

Figura IV.32. Fallas y fracturas cercanas al **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** en las secciones 1 a la 11.



[v] https://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/doc/dd_geologicos_alf_250k.pdf

Figura IV.33. Fallas y fracturas cercanas al **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** en las secciones 12 a la 20.

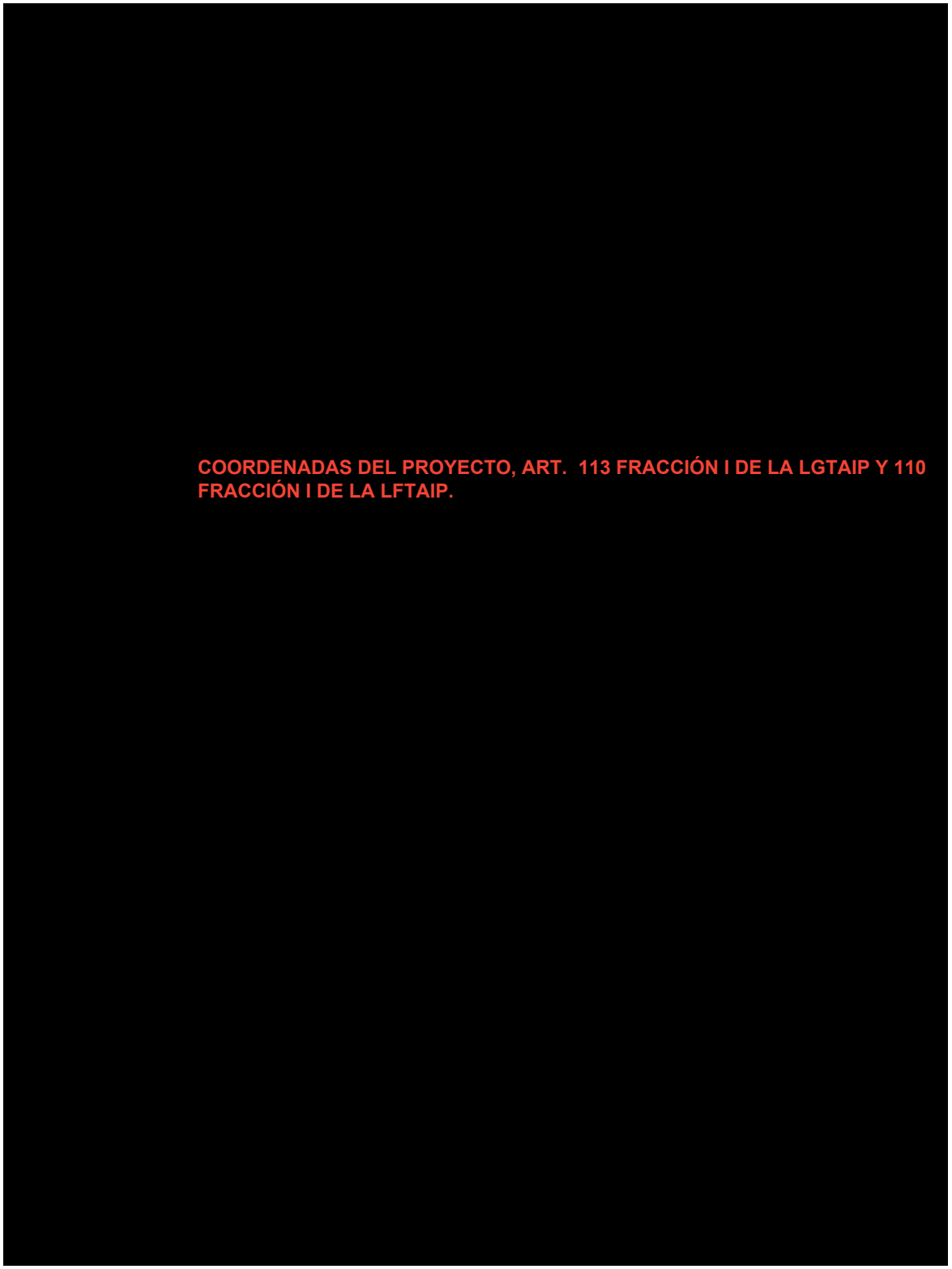


Figura IV.35. Fallas y fracturas cercanas al **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** en las secciones 1 a la 27.

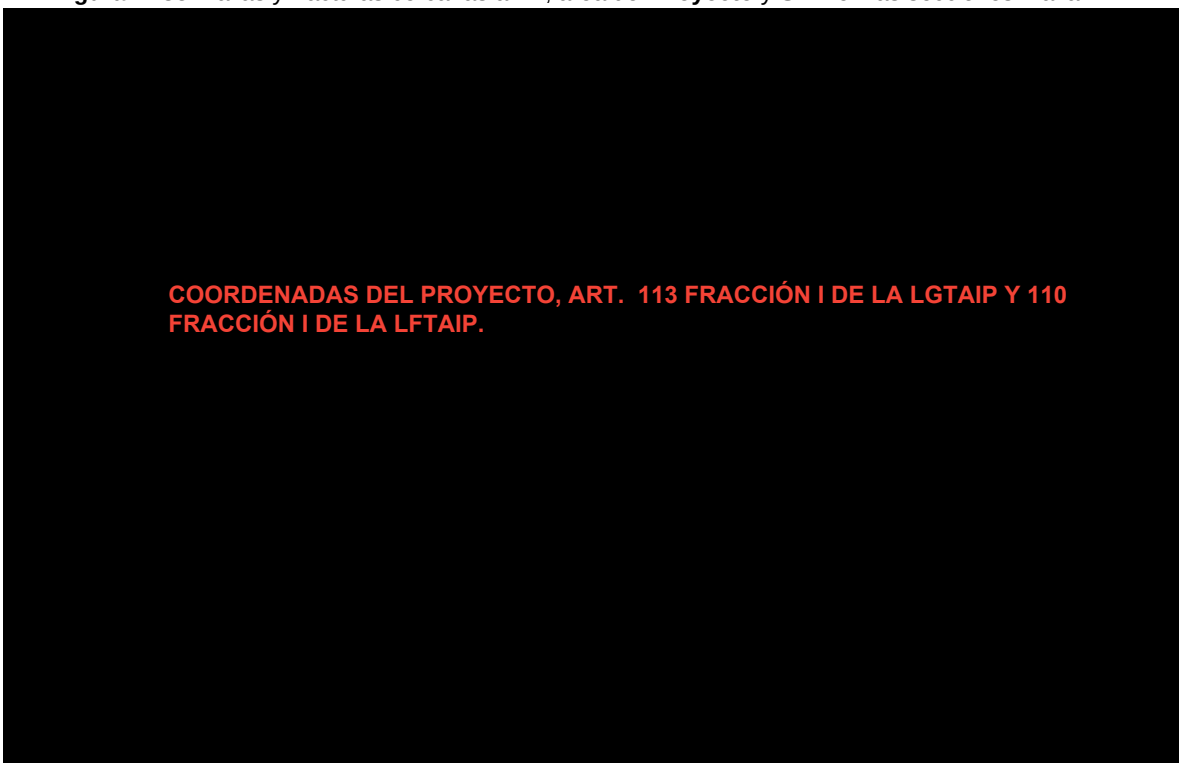


Tabla IV.29. Cantidad y Tipos de Falla y Fractura en el AP, AI y SAR por sección.

Fallas y fracturas				
Tipo	**SAR**	**AI**	**AP**	**Sección en SAR, AI y AP**
Eje Estructural	5	1	1	**SAR**:1,6,17; **AI**:17; **AP**:17
Falla	50	15	13	**SAR**:1,3,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,20,23,24,25,26,27 **AI**: 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 26 **AP**:9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Fractura	28	8	7	**SAR**: 3,4,5,8,12,13,14,15,16,17,18,19,20,23,26,27 **AI**: 12, 14, 16, 17, 18, 19, 20 **AP**:12, 14, 16, 17, 19, 20

En este sentido, se tiene que las fallas son las que más predominan, teniendo 19 fallas en el **SAR**, 9 en el **AI** y 8 en el **AP**, seguido de las fracturas con 16 fracturas en el **SAR**, 7 en el **AI** y 6 en el **AP**, y por último los de tipo Eje estructural, teniendo presencia en el **SAR** en las secciones 1, 6 y 17; mientras que en el **AI** y **AP** se ubica en la sección 17 de cada una.

d) Susceptibilidad de la zona a derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos

Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable, de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Probablemente el factor más importante de todos los que pueden provocar un problema de inestabilidad de laderas naturales, sea el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo.

Esto puede ser generado por interferencia con las condiciones naturales de drenaje, evaporación excesiva de suelos que normalmente están húmedos o un incremento en el agua del subsuelo producido por lluvias excesivas.

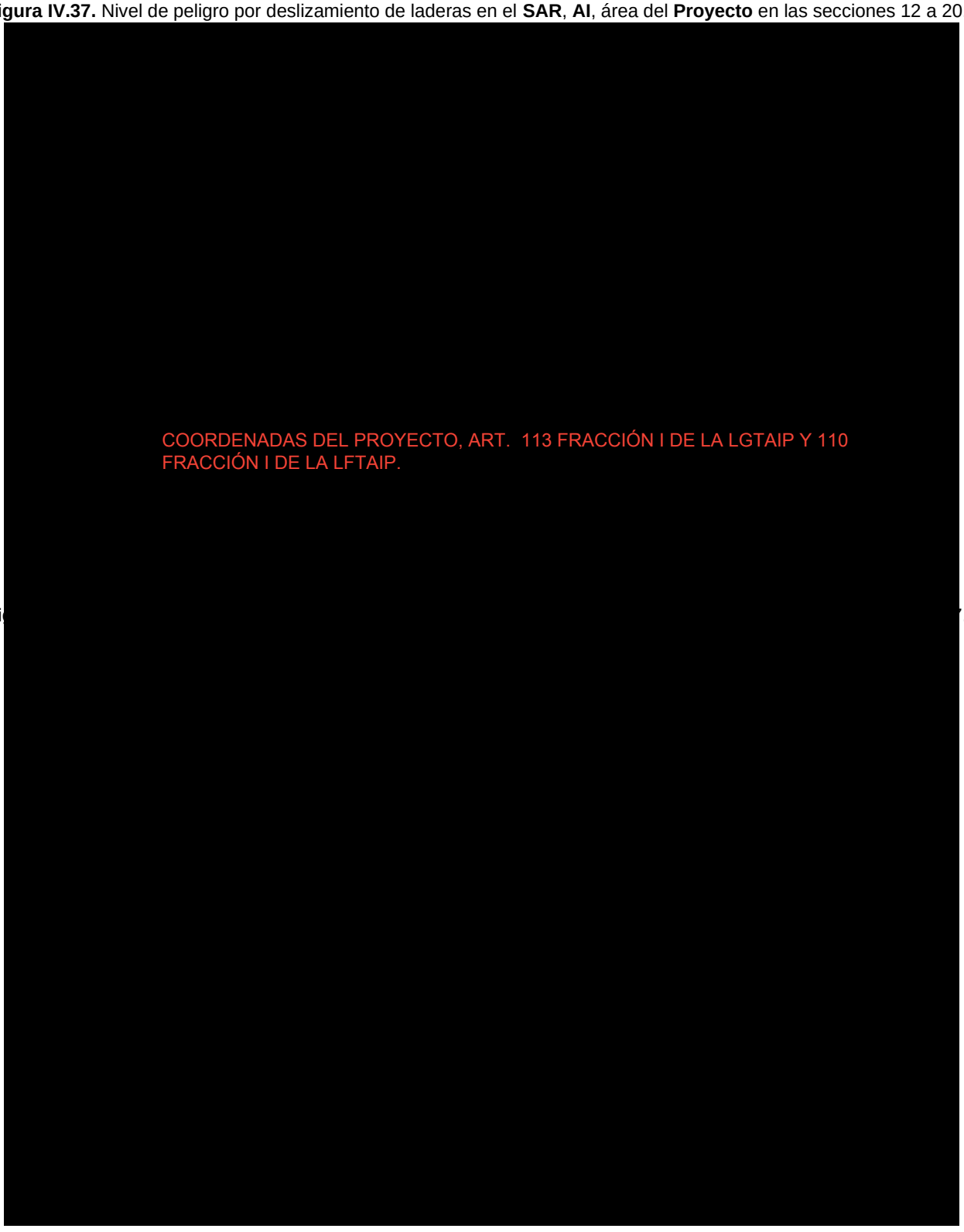
Este último quizá sea el modo más común de afectar las condiciones del agua subterránea y es especialmente grave, porque las lluvias excesivas también incrementarán los escurrimientos superficiales que pueden provocar una erosión del material al pie de un talud e intensificar de este modo las tendencias al deslizamiento. El suelo que se presenta en la zona es difícil de separase, lo cual no provocará deslizamiento.

Según la información del **CENAPRED** (2012), publicado por la **CONABIO** en el mapa de riesgos por deslizamiento de laderas en México, el **SAR**, **AI** y **AP** pertenecen a una región cuyo peligro por deslizamiento va desde muy bajo hasta un peligro muy alto, como se observa en la siguientes figuras y tabla.

Figura IV.36. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el **SAR**, **AI**, área del **Proyecto** en las secciones 1 a 11.



Figura IV.37. Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el **SAR**, **AI**, área del **Proyecto** en las secciones 12 a 20.



Fi **7**.

Tabla IV.30. Nivel del deslizamiento de laderas en el AP, AI y SAR por sección.

Susceptible	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Muy alto	4		
Alto	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14, 15,16,17,18,19,20,21,22,23,24, 25,26,27	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26, 27	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12, 13,14,15,16,17,18,19,20, 21, 22,23,24,25,26,27
Medio	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,23,24,25, 26,27	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26, 27	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12, 13,14,15,16,17,18,19,20, 21, 22,23,24,25,26
Bajo	3,4,5,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21,24,25	3,10,11,12,15,16,17,18,20	10,11,12,15,16,17,18,20
Muy Bajo	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,1 5,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25, 26,27	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14, 15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25, 26,27	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12, 13,14,15,16,17,18,19,20, 21,22,23,24,25,26,27

Tal como se observa en la tabla, se presenta un nivel de deslizamiento Muy bajo en todas las secciones del **SAR**, **AI** y **AP**; un nivel Alto y Medio en todas las secciones del **SAR** excepto en su sección 02 el nivel Medio; además de que en el **AI** y **AP** tampoco se presentan dichos niveles en la sección 02 de ambas áreas. El nivel Bajo se presenta en 17 secciones del **SAR**, en 9 secciones del **AI** y en 8 secciones del **AP**. Por último, el nivel Muy alto solo se tiene en la sección 04 del **SAR**.

El **CENAPRED** también cuenta con la ubicación de las zonas susceptibles a hundimientos. De acuerdo con estos datos, se realizó el análisis con la información vectorial de Zonas Susceptibles a Hundimientos y Desplazamientos, así también con los municipios con hundimientos, mediante el cual se confirmó que el trazo del **Proyecto**, el **AI** y el **SAR** inciden en los municipios Casas Grandes, Buenaventura y Ahumada pertenecientes al Estado de Chihuahua, categorizado como municipios con hundimiento, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura y tabla.

Figura IV.39. Ubicación del **SAR**, **AI** y **AP** con respecto a municipios con hundimientos.

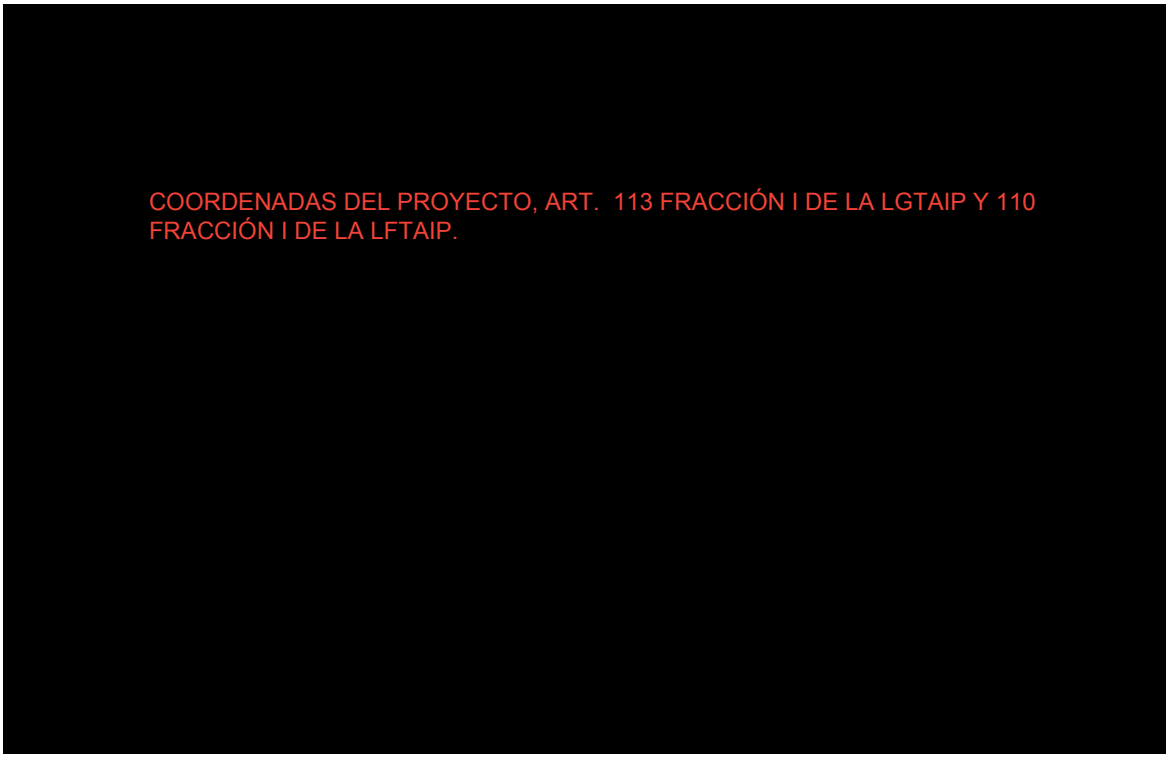


Tabla IV.31. Municipios con hundimiento en el AP, AI y SAR por sección.

Estado	Municipio	Municipios con hundimientos		
		Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
Chihuahua	Ahumada	1,2,3,4,5,6,7	1,2,3,4,5,6,7	1,2,3,4,5,6,7
Chihuahua	Buenaventura	6,7	6,7	6,7
Chihuahua	Casas Grandes	9,10,11,12	9,10,11,12	9,10,11,12

Como se puede ver en la tabla anterior, los municipios susceptibles de hundimientos se encuentran en el estado de Chihuahua, específicamente en los municipios de Ahumada (secciones 01 a la 07), municipio de Buenaventura (secciones 06 y 07) y Casas Grandes (secciones 09 a la 12), todas en las mismas secciones del SAR, AI y AP.

IV.2.1.3.2. Regionalización sísmica

La regionalización sísmica de México es la caracterización de las cuatro zonas sísmicas del país, la cual se realizó con base en los registros históricos de grandes sismos, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud.

Zona A, de baja sismicidad. No presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.

Zona B, de media intensidad. Es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de gravedad.

Zona D. Ha registrado con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de gravedad.

De acuerdo con el mapa de regionalización sísmica de México, el **Proyecto**, **AI** y **SAR** se ubican en las secciones que corresponden al estado de Sonora en la zona sísmica clasificada como "C" al oeste y al este del estado, y como "B" en la parte central de Sonora; y para las secciones que se localizan en el estado de Chihuahua, se ubican en mayor parte en la Zona "B" y "C" en una porción al oeste del estado de Chihuahua, como se aprecia en la siguiente figura y tabla.

Figura IV.40. Regionalización sísmica y ubicación del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR**.



Tabla IV.32. Regionalización Sísmica en el AP, AI y SAR por sección.

Zona	SAR Secciones	Secciones AI	Secciones AP
Zona B	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,18,19,20,21,22,23,24,25	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,18,19,20,21,22,23,24,25	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,18,19,20,21,22,23,24,25

Zona	SAR Secciones	Secciones AI	Secciones AP
Zona C – Sonora	12,13,14,15,16,17	12,13,14,15,16,17	12,13,14,15,16,17
Zona C – Son-Sinaloa	25,26,27	26,27	26,27

Tal como se aprecia en la tabla anterior, la Zona B se ubica en la mayoría de las secciones tanto del **SAR**, **AI** y **AP**, con excepción de las secciones 13 a la 17; la Zona C-Sonora se presentan en las secciones 12 a la 17 para el **SAR**, **AI** y **AP**; y, por último, la Zona C-Son-Sinaloa se presenta en las secciones 25 a 27 del **SAR**, y en las secciones 26 y 27 del **AI** y **AP**.

IV.2.1.3.3. Intensidad sísmica

La intensidad sísmica se refiera al grado de afectación que la ocurrencia de un sismo puede tener sobre la infraestructura y las actividades humanas. Se mide a través de la escala modificada de Mercalli (Servicio Sismológico Nacional, s.f.) que se explica en la siguiente tabla.

La intensidad de un sismo en un lugar determinado se evalúa mediante la Escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en el terreno.

Tabla IV.33. Escala de Mercalli.

Intensidad	Efectos
I	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como el paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libe por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta el colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno

Intensidad	Efectos
	se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios sólidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunas estructuras bien construidas en madera se destruyen; la mayoría de las estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

De acuerdo con el mapa global de intensidad que representa la actividad sísmica en el país, el **SAR, AI** y **AP** se encuentran en niveles de intensidad que van desde el III hasta el X, tal como se aprecia en la siguiente figura y tabla; dicha intensidad presenta los siguientes efectos:

- Vibraciones como el paso de un camión.
- Automóviles parados se balancean apreciablemente
- Objetos inestables volcados.
- Daño leve.
- Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción.
- Daño considerable en estructuras de diseño especial.
- Algunas estructuras bien construidas en madera se destruyen.

Figura IV.41. Intensidad sísmica con respecto a la ubicación del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR**.

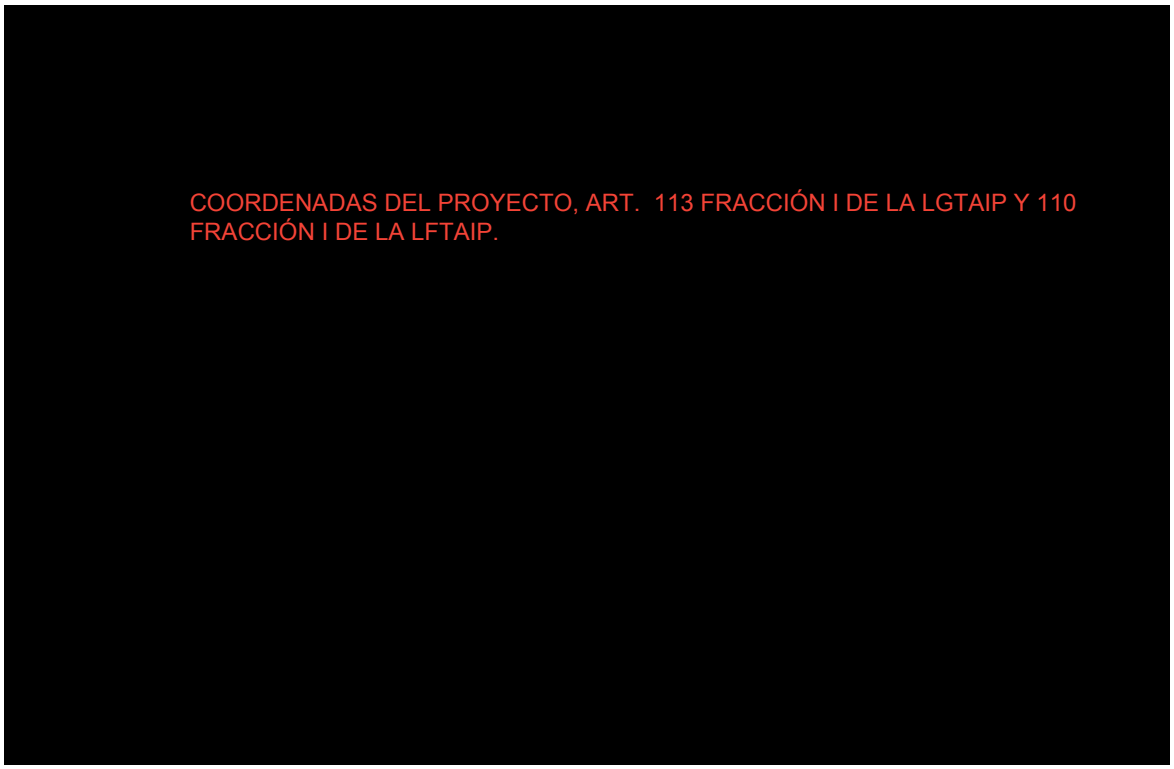


Tabla IV.34. Regionalización Sísmica en el AP, AI y SAR por sección.

Secciones	Intensidad Mercalli		
	SAR	AI	AP
1			
2			
3			
4	III	III	III
5	III	III	III
6	III, IV	III, IV	III, IV
7	IV	IV	IV
8	IV, V	IV	IV
9	IV, V,VI	IV, V,VI	IV, V,VI
10	VI	VI	VI

Secciones	Intensidad Mercalli		
	SAR	AI	AP
11	VI, VII, IX	VI, VII, IX	VI, VII, IX
12	IX, X	IX, X	IX, X
13	VII, IX, X	IX, X	IX, X
14	VII, IX, X	VII, IX	VII, IX
15	VI,VII	VI,VII	VI,VII
16	VI	VI	VI
17	VI,VII	VI,VII	VI,VII
18	V	V	V
19	IV, V	IV, V	IV, V
20	IV	IV	IV
21	IV	IV	IV
22	III,IV	III,IV	III,IV
23	III,IV	III	III
24	III	III	III
25	III	III	III
26	III	III	III
27	III		

De acuerdo con la tabla anterior, en las secciones 01, 02 y 03 del **SAR**, **AI** y **AP** no se presente una intensidad sísmica; mientras que para el **SAR**, **AI** y **AP** en las secciones 04 a 07 y 22 a la 26 se tienen intensidades de III y IV, en las secciones 07 a la 10 y 16 a la 21 se presentan intensidades entre IV y VI, y en las secciones 11 a la 15 se tienen intensidades entre VI y X.

IV.2.1.4. Edafología

La edafología (de *edafos*, “suelos”) es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre. A esta materia madre se agregan el agua, los gases, sobre todo dióxido de

carbono, el tiempo transcurrido, los animales y las plantas que descomponen y transforman el humus, dando por resultado una compleja mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, el suelo alcanza su estado de madurez cuando presenta una profundidad y una secuencia de capas llamadas horizontes.

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, sin embargo, para este caso se utilizó la cartografía de **INEGI**, escala 1: 2,400,000, a partir de la cual se obtuvieron distintos tipos de suelo en las diferentes secciones de las que se compone el **AP, AI** y **SAR,** como se observa en las siguientes figuras y tabla.

Figura IV.42. Unidades edafológicas presentes en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** de la sección 01 a la 06.



Figura IV.43. Unidades edafológicas presentes en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** de la sección 07 a la 13

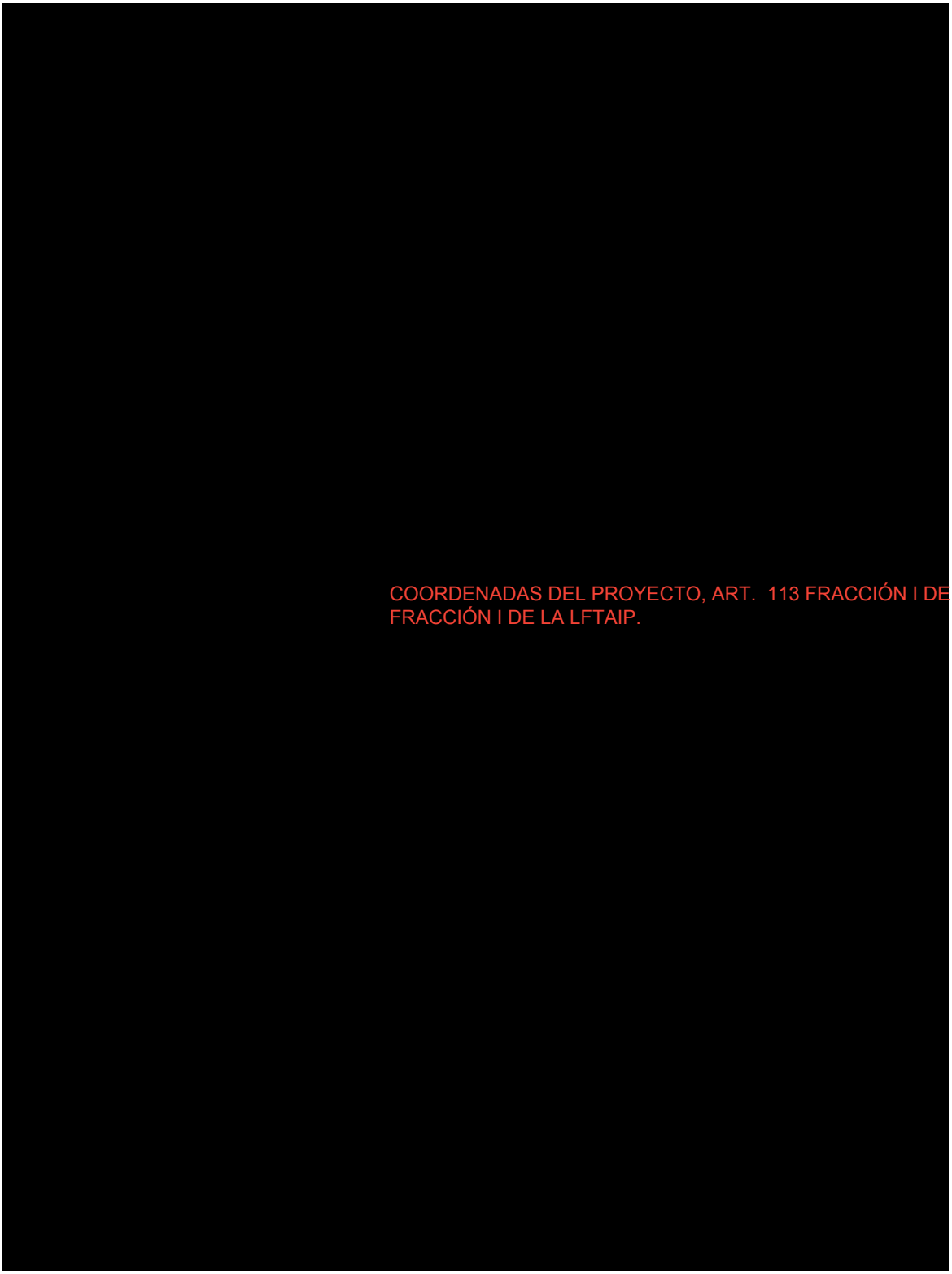


Figura IV.45. Unidades edafológicas presentes en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** de la sección 21 a la 27.

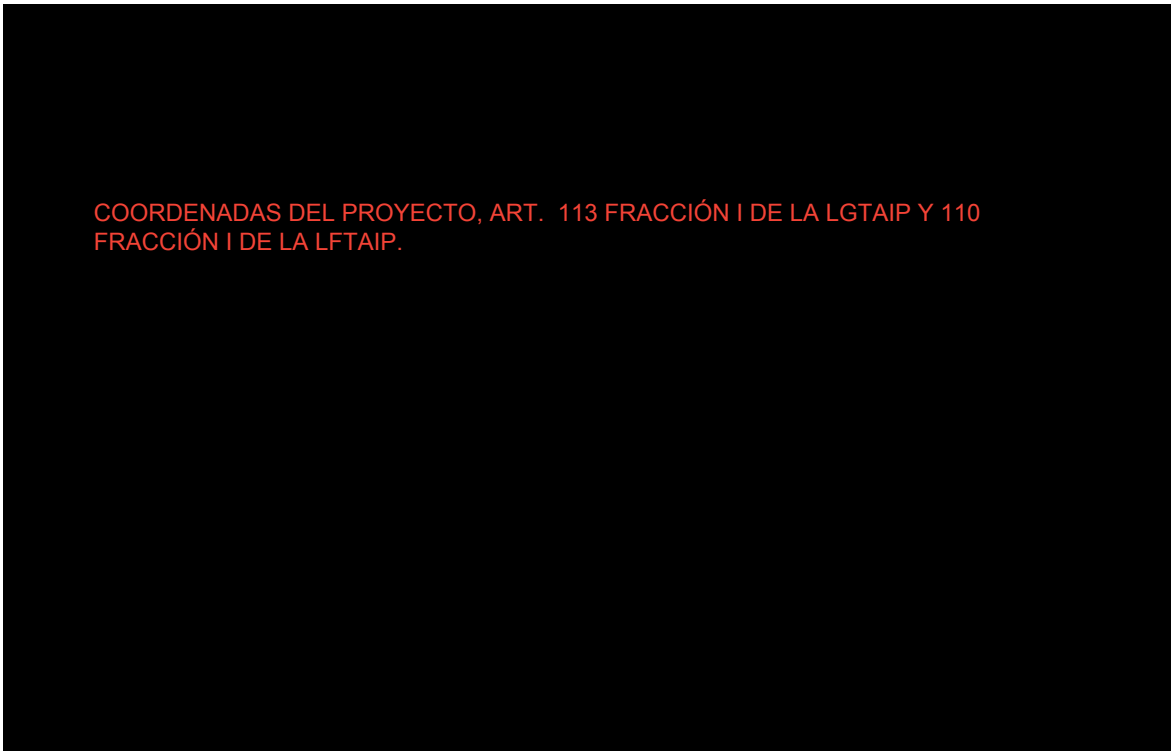


Tabla IV.35. Unidades edafológicas en el **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** por cada sección.

Sección	Tipo de suelo	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
Sección 01	Arenosol	2,854.82	13.75	
	Calcisol	12,066.03	423.65	8.11
	Cambisol	4,058.13	879.07	15.75
	Leptosol	25,708.98	1,509.96	18.46
	Luvisol	4,028.09	143.67	2.84
	Regosol	16,732.01	2,135.01	32.56
	Sin dato	75.90		
Suma Sección 01		**65,523.96**	**5,105.10**	**77.71**
Sección 02	Calcisol	57,592.73	1,593.37	19.32
	Cambisol	5,162.37	256.79	5.47
	Leptosol	3,940.14		

Sección	Tipo de suelo	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Luvisol	6,552.82	544.69	7.85
	Regosol	11,426.27	592.50	7.33
	Solonchak	6,083.61	609.80	11.15
	Solonetz	3,971.84	1,306.99	24.35
	Vertisol	1,074.34		
Suma Sección 02		**95,804.12**	**4,904.14**	**75.47**
Sección 03	Calcisol	56,502.54	961.45	13.55
	Cambisol	9,222.66		
	Leptosol	37,127.18	1,285.41	19.08
	Regosol	64,165.28	2,600.74	40.72
	Solonchak	506.22	133.52	3.31
Suma Sección 03		**167,523.89**	**4,981.11**	**76.66**
Sección 04	Calcisol	11,102.15		
	Cambisol	8,428.49		
	Leptosol	30,274.39	595.88	1.52
	Regosol	69,302.93	3,551.12	61.78
	Sin dato	200.18		
	Solonchak	2,423.10	359.02	12.72
	Solonetz	1,027.75		
Suma Sección 04		**122,759.00**	**4,506.02**	**76.03**
Sección 05	Calcisol	38,273.13	2,994.53	46.77
	Cambisol	19,150.42		
	Fluvisol	0.85		
	Leptosol	34,775.82	815.03	10.01
	Luvisol	0.64		
	Phaeozem	1,804.21	251.76	5.07
	Regosol	39,550.79	459.63	9.34

Sección	Tipo de suelo	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Sin dato	56.78		
	Solonchak	4,657.32	702.79	11.94
	Vertisol	3,760.82		
Suma Sección 05		**142,030.80**	**5,223.75**	**83.13**
Sección 06	Calcisol	15,830.89	857.06	10.79
	Cambisol	258.84		
	Fluvisol	731.66		
	Leptosol	20,345.22	990.14	12.60
	Regosol	17,783.54	2,286.33	36.70
	Vertisol	20,094.32	1,077.35	20.04
Suma Sección 06		**75,044.47**	**5,210.87**	**80.13**
Sección 07	Calcisol	10,127.13	138.65	1.63
	Cambisol	9,628.42		
	Fluvisol	562.67	134.60	2.38
	Leptosol	39,510.20	3,013.88	45.35
	Luvisol	956.84		
	Phaeozem	3,289.82		
	Regosol	13,400.92	494.26	10.05
	Solonchak	2,385.17		
	Solonetz	5,484.95	742.07	11.07
	Vertisol	7,765.24	681.85	9.63
Suma Sección 07		**93,111.36**	**5,205.30**	**80.10**
Sección 08	Calcisol	30,087.84	893.44	13.82
	Cambisol	21,493.34	1,254.30	18.72
	Fluvisol	2,884.52	258.29	1.62
	Leptosol	31,005.83	1,984.32	26.47
	Luvisol	18,016.34		

Sección	Tipo de suelo	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Phaeozem	7,119.14		
	Regosol	16,004.84	723.80	18.46
	Sin dato	95.10		
	Solonetz	9,236.65		
Suma Sección 08		**135,943.61**	**5,114.14**	**79.09**
Sección 09	Calcisol	9,207.76	274.74	4.06
	Cambisol	6,715.70	826.81	12.68
	Leptosol	39,222.14	2,538.29	42.77
	Luvisol	3,138.48	189.01	2.19
	Phaeozem	2,532.47	313.14	12.12
	Planosol	1,751.55		
	Regosol	10,538.11	821.11	12.01
	Sin dato	499.32		
	Vertisol	2,704.61	181.06	3.02
Suma Sección 09		**76,310.14**	**5,144.16**	**88.85**
Sección 10	Calcisol	341.85		
	Leptosol	22,160.37	1,141.69	16.16
	Phaeozem	8,395.75	1,285.39	24.78
	Planosol	355.13		
	Regosol	16,352.88	1,847.03	27.70
	Vertisol	220.56		
Suma Sección 10		**47,826.53**	**4,274.10**	**68.64**
Sección 11	Cambisol	2,852.20		
	Fluvisol	245.24		
	Leptosol	24,719.37	2,610.32	34.87
	Phaeozem	18,107.65	1,494.98	24.81
	Planosol	535.13		

Sección	Tipo de suelo	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Regosol	4,856.59	358.73	9.92
	Vertisol	6,018.67		
Suma Sección 11		**57,334.85**	**4,464.03**	**69.60**
Sección 12	Leptosol	29,961.41	5,037.78	78.47
	Phaeozem	2,646.77	15.31	
Suma Sección 12		**32,608.18**	**5,053.09**	**78.47**
Sección 13	Calcisol	3,931.33	798.13	16.46
	Fluvisol	275.63	47.50	
	Leptosol	22,492.58	2,051.89	29.37
	Phaeozem	2,258.84		
	Regosol	13,116.69	1,599.85	24.44
	Sin dato	76.89		
	Vertisol	63.36		
Suma Sección 13		**42,215.31**	**4,497.37**	**70.27**
Sección 14	Fluvisol	2,297.16	115.51	2.86
	Leptosol	27,387.76	2,747.54	46.55
	Luvisol	2,086.05		
	Phaeozem	15,428.79	552.65	8.31
	Regosol	9,800.34	1,078.59	17.34
	Sin dato	142.68	4.22	
	Vertisol	9,675.72	497.44	2.83
Suma Sección 14		**66,818.49**	**4,995.95**	**77.89**
Sección 15	Fluvisol	329.17		
	Leptosol	35,075.31	4,335.45	70.16
	Luvisol	3,834.30		
	Phaeozem	5,332.52	104.46	
	Regosol	10,025.11	434.63	6.59

Sección	Tipo de suelo	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Sin dato	11.72		
Suma Sección 15		**54,608.12**	**4,874.54**	**76.76**
Sección 16	Calcisol	1,747.52	452.08	5.96
	Fluvisol	904.96	92.19	0.97
	Leptosol	8,497.26	278.80	2.49
	Luvisol	20,826.43	1,936.18	31.10
	Phaeozem	10,730.98	586.88	12.56
	Regosol	2,314.79	38.30	0.49
Suma Sección 16		**45,021.93**	**3,384.42**	**53.58**
Sección 17	Calcisol	54.97		
	Cambisol	822.95		
	Fluvisol	3,579.31	281.12	12.74
	Leptosol	8,959.38	139.20	2.30
	Luvisol	11,435.11	144.06	0.56
	Phaeozem	20,352.28	2,189.37	32.65
	Regosol	23,266.95	2,379.26	38.61
	Sin dato	128.80		
	Vertisol	2,646.53		
Suma Sección 17		**71,246.28**	**5,133.02**	**86.86**
Sección 18	Calcisol	2,443.17	46.79	
	Fluvisol	1,027.43	39.80	
	Leptosol	23,230.52	2,311.81	32.67
	Phaeozem	5,305.60	632.72	10.14
	Regosol	14,462.05	2,169.34	37.34
	Sin dato	12.09		
Suma Sección 18		**46,480.84**	**5,200.46**	**80.15**
Sección 19	Cambisol	705.87	371.53	7.18

Sección	Tipo de suelo	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Fluvisol	935.03	89.06	1.38
	Leptosol	20,752.37	755.72	12.36
	Luvisol	5,915.11	610.26	6.59
	Phaeozem	4,743.90	709.48	11.29
	Regosol	17,696.37	2,674.59	41.36
Suma Sección 19		**50,748.64**	**5,210.65**	**80.16**
Sección 20	Calcisol	225.74	2.28	
	Fluvisol	414.57		
	Leptosol	13,416.80	690.03	12.03
	Luvisol	15,340.37	2,054.02	32.97
	Phaeozem	18,602.45	567.18	6.17
	Regosol	15,570.71	1,887.93	28.96
	Vertisol	2,300.90		
Suma Sección 20		**65,871.55**	**5,201.43**	**80.12**
Sección 21	Calcisol	18,870.69	2,233.67	42.13
	Cambisol	19,235.63	665.12	9.20
	Fluvisol	930.53	244.50	4.18
	Leptosol	8,944.40		
	Luvisol	8,709.07	12.29	
	Phaeozem	5,630.07	342.89	5.40
	Regosol	19,417.56	1,752.55	27.06
	Sin dato	530.41		
	Vertisol	2,339.94		
Suma Sección 21		**84,608.29**	**5,251.01**	**87.97**
Sección 22	Calcisol	21,753.79	2,429.81	37.92
	Cambisol	13,150.68	868.39	18.20
	Fluvisol	932.94	89.67	1.03

Sección	Tipo de suelo	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Leptosol	4,340.87		
	Luvisol	1,108.22		
	Phaeozem	2,834.60	140.78	
	Regosol	16,040.85	1,187.15	17.66
Suma Sección 22		**60,161.94**	**4,715.80**	**74.80**
Sección 23	Calcisol	16,747.12	42.17	
	Cambisol	32,468.49	1,176.84	19.39
	Fluvisol	6,338.21		
	Leptosol	12,666.86		
	Lixisol	19,304.79	2,367.34	37.00
	Luvisol	278.75		
	Regosol	36,822.87	886.41	12.70
	Sin dato	165.52		
Suma Sección 23		**124,792.61**	**4,472.76**	**69.09**
Sección 24	Calcisol	20,619.21	1,023.34	15.16
	Cambisol	20,574.04	1,301.93	22.44
	Fluvisol	683.78		
	Leptosol	24,147.74	131.20	1.68
	Lixisol	20,060.90	1,210.13	20.00
	Regosol	51,430.79	999.29	12.49
	Sin dato	76.16		
Suma Sección 24		**137,592.62**	**4,665.88**	**71.77**
Sección 25	Calcisol	71,023.74	927.19	14.44
	Cambisol	30,158.01	1,497.68	23.91
	Fluvisol	5,407.95	108.36	1.61
	Leptosol	40,215.26	534.04	7.63
	Luvisol	8,949.66		

Sección	Tipo de suelo	Sistema ambiental regional	Área de influencia	Área del proyecto
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
	Regosol	25,917.16	1,312.15	19.80
	Sin dato	76.29		
	Vertisol	38.06		
Suma Sección 25		**181,786.13**	**4,379.41**	**67.39**
Sección 26	Arenosol	343.60		
	Calcisol	157,529.95	2,108.84	36.13
	Cambisol	2,560.17		
	Fluvisol	25,645.66	416.19	3.23
	Leptosol	61,914.71	61.19	
	Luvisol	13,936.95		
	Regosol	72,785.29	1,990.59	31.00
	Vertisol	307.99		
Suma Sección 26		**335,024.34**	**4,576.80**	**70.35**
Sección 27	Arenosol	47,310.76		
	Calcisol	78,588.88	1,007.57	10.94
	Cambisol	5,112.92		
	Fluvisol	37,605.53	1,152.47	17.22
	Leptosol	66,203.61	148.62	1.05
	Luvisol	776.59		
	Regosol	108,414.05	2,376.18	44.06
	Sin dato	292.76		
	Solonchak	1,347.20		
Suma Sección 27		**345,652.30**	**4,684.83**	**73.28**
	Suma	**2,824,450.29**	**130,430.16**	**2,054.34**

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de los tipos de suelos encontrados en el **SAR**, el **AI** y el **AP.** Estos datos corresponden a estudios realizados por el **INEGI** y por la Food Agriculture Organization (**FAO**).

Los suelos Arenosol comprenden suelos arenosos profundos. Esto incluye suelos de arenas residuales después de una meteorización in situ de sedimentos o rocas generalmente ricos en cuarzo. También incluye suelos de arenas recientemente depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas.

Los suelos Calcisol integran suelos con una sustancial acumulación de carbonatos secundarios. Los Calcisols están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos. Muchos Calcisols anteriormente han sido llamados Suelos de Desierto.

Los suelos Cambisol combinan suelos con formación al menos de un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y coloración principalmente parduzca, el aumento de porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.

Los Leptosol comprenden suelos muy delgados sobre roca continua y suelos que son extremadamente ricos en fragmentos gruesos. Son particularmente comunes en regiones montañosas.

El suelo Luvisol tiene un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos (especialmente migración de arcilla) que conduce a la formación de un horizonte árgico en el suelo.

El Regosol son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte móllico o úmbrico, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosols), ni con materiales flúvicos (Fluvisols). Los Regosols son muy extensos en tierras erosionadas y zonas de acumulación, en particular en zonas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

Los Fluvisols contienen suelos genéticamente jóvenes en depósitos fluviales, lacustres o marinos. A pesar de su nombre, los Fluvisols no se restringen a sedimentos fluviales (latín, fluvius, rio); también aparecen en depósitos marinos y lacustres.

Los Solonchaks tienen una alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Estos suelos se encuentran esencialmente en las zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas.

Los suelos Vertisol son suelos de arcillas pesadas con una alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman profundas y anchas grietas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo cual sucede en la mayoría de los años. El nombre Vertisols (del latín vertere, dar vuelta) se refiere a los constantes movimientos internos del material del suelo

El suelo Lixisol tienen un mayor contenido de arcilla en el suelo subsuperficial que en la capa superior del suelo, como resultado de procesos edafogenéticos (especialmente migración de arcilla) que conduce a la formación de un horizonte árgico en el suelo subsuperficial. Los Lixisols tienen arcilla

de baja actividad en el horizonte árgico y una alta saturación de bases entre 50-100 cm de profundidad.

Los suelos Phaeozem integran suelos de praderas relativamente húmedos y regiones de bosque en climas moderadamente continentales. Los Phaeozem son muy parecidos a los Chernozems y Kastanozems, pero están lixiviados de manera más intensa. En consecuencia, tienen un horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con los Chernozems y Kastanozems, es menos rico en bases. Los Phaeozem están libres de carbonatos secundarios o los tienen sólo a mayores profundidades. Todos ellos tienen una alta saturación de bases en el metro superior del suelo.

El Regosol son suelos poco desarrollados en materiales no consolidados que carecen de un horizonte móllico o úmbrico, no son muy delgados o muy ricos en fragmentos gruesos (Leptosols), tampoco arenosos (Arenosols), ni con materiales flúvicos (Fluvisols). Los Regosols son muy extensos en tierras erosionadas y zonas de acumulación, en particular en zonas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

El suelo Solonetz son suelos con un horizonte subsuperficial arcilloso, denso, fuertemente estructurado, que tiene una alta proporción de Na adsorbido y en algunos casos también iones Mg. Los Solonetz que contienen sodio libre (Na2CO3) son fuertemente alcalinos (pH de campo de > 8.5).[6]

IV.2.1.4.1. Erosión

Por otro lado, de acuerdo con los cálculos de erosión realizados, los cuales se encuentran en el **Anexo IV.2 Memoria calculo servicios ambientales**, en las siguientes tablas se presentan los resultados de las estimaciones de la erosión hídrica y eólica en el SAR, AI y AP por sección, en donde se observa que actualmente en el SAR la tasa de erosión hídrica oscila entre 0.96 ton/ha/año (en la Sección 11) a 7.72 ton/ha/año (en la Sección 18); mientras que en el AI es de 0 (Secciones 7 y 23) a 6.35 ton/ha/año (Sección 5), donde 0 se obtuvo en aquellas secciones en donde la pendiente es 0% al tener llanuras; finalmente, en el AP las tasas de erosión obtenidas oscilan entre 0 (Secciones 5, 7 y 23) a 7.04 ton/ha/año (Sección 13). Dichas tasas de erosión se clasifican como "baja" de acuerdo con *Montes-León et al. (2011)*, al encontrarse por debajo de 50 ton/ha/año.

Al extrapolar las tasas de erosión obtenidas a la superficie total del SAR se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo por erosión hídrica de 11,143,517.71 ton/año, en el AI es de 402,143.76 ton/año y en el AP es de 6,716.14 ton/año.

Mientras que, en un escenario en que ya se hubiera removido la vegetación la tasa de erosión hídrica en el AP pasará a ser de hasta de 30.59 ton/ha/año, presentándose las mayores tasas de erosión en las Secciones 15 y 19. De acuerdo con dicha modificación en el AP se estima que en la totalidad del SAR la pérdida de suelo incremente a 11,169,142.92 ton/año, en el AI será de 427,768.97 ton/año y en el AP será de 25,624.77 ton/año; con un incremento total de 32,340.91 ton/año, lo cual representa el 0.23% en el SAR, 5.99% en el AI y 4.82 veces la erosión actual en el AP. Aún con la

[6] https://www.fao.org/3/i3794es/I3794es.pdf

remoción de la vegetación las tasas obtenidas se encuentran por debajo de 50 ton/ha/año, clasificándose como erosión baja.

Tabla IV.36. Resumen de resultados de la estimación de la erosión hídrica en el SAR, AI y AP.

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
Sección 1	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.81	2.43	2.21
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	184,190.35	12,405.80	171.45
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	9.36
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	727.06
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	184,745.96	12,961.41	555.61
	Porcentaje/veces de incremento	0.30%	4.29%	4.2
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 2	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.20	2.48	2.53
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	306,584.49	12,157.99	191.30
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	9.32
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	703.73
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	307,096.93	12,670.43	512.43
	Porcentaje/veces de incremento	0.17%	4.04%	3.7
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 3	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.08	2.36	2.26
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	516,265.51	11,758.47	173.61
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	9.20

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	705.35
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	516,797.25	12,290.21	531.74
	Porcentaje/veces de incremento	0.10%	4.33%	4.1
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 4	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.37	2.32	2.25
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	413,687.79	10,449.30	171.25
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	9.01
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	685.01
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	414,201.55	10,963.06	513.76
	Porcentaje/veces de incremento	0.12%	4.69%	4.0
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 5	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.22	6.35	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	457,767.59	33,152.26	0.00
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	0.00
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	457,767.59	33,152.26	0.00
	Porcentaje/veces de incremento	0.00%	0.00%	0.0
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 6	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.86	2.37	2.25

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	214,786.88	12,324.50	180.11
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	9.75
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	781.63
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	215,388.40	12,926.02	601.52
	Porcentaje/veces de incremento	0.28%	4.65%	4.3
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 7	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.52	0.00	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	234,651.57	0.00	0.00
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	0.00
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	234,651.57	0.00	0.00
	Porcentaje/veces de incremento	0.00%	0.00%	0.0
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 8	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.71	2.81	2.81
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	369,040.36	14,384.91	222.20
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	9.76
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	772.07
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	369,590.23	14,934.78	549.87

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Porcentaje/veces de incremento	0.15%	3.68%	3.5
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 9	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.33	1.33	1.21
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	101,577.94	6,862.38	107.50
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	11.48
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	1,020.06
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	102,490.50	7,774.95	912.56
	Porcentaje/veces de incremento	0.89%	11.74%	9.5
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 10	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.07	0.56	0.58
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	51,047.57	2,410.22	40.04
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	17.19
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	1,180.25
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	52,187.78	3,550.43	1,140.20
	Porcentaje/veces de incremento	2.18%	32.11%	29.5
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 11	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	0.96	0.60	0.76
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	54,894.28	2,683.30	52.76
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	16.14

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	1,123.41
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	55,964.92	3,753.95	1,070.65
	Porcentaje/veces de incremento	1.91%	28.52%	21.3
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 12	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.38	2.12	1.91
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	44,982.92	10,722.47	150.00
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	21.44
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	1,682.56
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	46,515.49	12,255.03	1,532.56
	Porcentaje/veces de incremento	3.29%	12.51%	11.2
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 13	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.88	6.25	7.04
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	163,738.97	28,115.82	494.49
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	19.97
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	1,403.59
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	164,648.07	29,024.92	909.10
	Porcentaje/veces de incremento	0.55%	3.13%	2.8
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 14	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	5.41	3.41	4.84

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	361,548.26	17,035.67	377.35
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	26.41
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	2,057.18
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	363,228.10	18,715.51	1,679.84
	Porcentaje/veces de incremento	0.46%	8.98%	5.5
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 15	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	4.12	2.53	4.31
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	225,179.35	12,325.31	330.54
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	29.67
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	2,277.32
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	227,126.13	14,272.10	1,946.78
	Porcentaje/veces de incremento	0.86%	13.64%	6.9
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 16	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	6.17	4.20	5.95
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	277,801.01	14,216.09	318.63
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	26.82
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	1,437.06
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	278,919.44	15,334.52	1,118.43

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Porcentaje/veces de incremento	0.40%	7.29%	4.5
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 17	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	6.78	3.89	6.86
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	483,236.59	19,989.28	596.03
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	27.54
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	2,392.22
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	485,032.78	21,785.47	1,796.19
	Porcentaje/veces de incremento	0.37%	8.24%	4.0
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 18	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	7.72	3.54	4.99
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	358,846.32	18,414.03	399.64
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	28.87
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	2,314.21
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	360,760.88	20,328.60	1,914.57
	Porcentaje/veces de incremento	0.53%	9.42%	5.8
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 19	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	5.35	3.92	5.08
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	271,716.40	20,416.84	406.86
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	30.59

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	2,452.43
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	273,761.98	22,462.42	2,045.58
	Porcentaje/veces de incremento	0.75%	9.11%	6.0
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 20	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	6.90	5.09	5.22
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	454,184.63	26,477.00	417.98
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	29.39
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	2,354.58
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	456,121.24	28,413.60	1,936.60
	Porcentaje/veces de incremento	0.42%	6.82%	5.6
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 21	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	5.44	4.44	4.10
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	460,504.14	23,340.44	360.30
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	13.04
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	1,147.27
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	461,291.12	24,127.42	786.98
	Porcentaje/veces de incremento	0.17%	3.26%	3.2
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 22	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.99	4.62	4.37

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	239,968.38	21,789.48	327.16
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	12.66
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	947.19
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	240,588.42	22,409.52	620.03
	Porcentaje/veces de incremento	0.26%	2.77%	2.9
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 23	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.34	0.00	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	416,786.64	0.00	0.00
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	0.00
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	0.00
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	416,786.64	0.00	0.00
	Porcentaje/veces de incremento	0.00%	0.00%	0.0
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 24	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.82	3.34	3.14
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	525,469.82	15,592.59	225.17
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	12.55
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	900.69
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	526,145.34	16,268.11	675.52

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Porcentaje/veces de incremento	0.13%	4.15%	4.0
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 25	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	4.25	4.29	6.79
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	772,155.04	18,808.76	457.23
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	20.12
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	1,355.63
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	773,053.44	19,707.17	898.41
	Porcentaje/veces de incremento	0.12%	4.56%	3.0
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 26	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.83	3.92	3.81
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	1,282,271.21	17,958.93	268.01
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	13.07
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	919.23
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	1,282,922.43	18,610.15	651.22
	Porcentaje/veces de incremento	0.05%	3.50%	3.4
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
Sección 27	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	5.50	3.92	3.77
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	1,900,633.70	18,351.90	276.54
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	13.66

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	1,001.15
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	1,901,358.31	19,076.51	724.61
	Porcentaje/veces de incremento	0.04%	3.80%	3.6
	Clasificación de la erosión	Baja	Baja	Baja
TOTAL	Pérdida de suelo (ton/año) actual	11,143,517.71	402,143.76	6,716.14
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	32,340.91
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	11,169,142.48	427,768.53	25,624.77
	Porcentaje/veces de incremento	0.23%	5.99%	4.82

Respecto a la erosión eólica, como se observa en la siguiente tabla, se obtuvo que en el SAR oscila entre 0.97 ton/ha/año (en la Sección 12) a 5.3 ton/ha/año (en la Sección 6); mientras que en el AI es de 0.93 (Sección 12) a 3.72 ton/ha/año (Sección 22); finalmente, en el AP las tasas de erosión obtenidas oscilan entre 1.12 (Sección 13) y 3.52 ton/ha/año (Sección 4). Dichas tasas de erosión se clasifican como “sin erosión”, al encontrarse por debajo de 12 ton/ha/año.

Al extrapolar las tasas de erosión obtenidas a la superficie total del SAR se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo por erosión eólica de 7,449,119.68 ton/año, en el AI es de 308,139.31 ton/año y en el AP es de 4,950.21 ton/año.

Mientras que, en un escenario en que ya se hubiera removido la vegetación la tasa de erosión eólica en el AP pasará a ser de hasta de 9.69 ton/ha/año, presentándose las mayores tasas de erosión en las Secciones 1, 4 y 5, con tasas superiores a 9 ton/ha/año. De acuerdo con dicha modificación en el AP, se estima que en la totalidad del SAR la pérdida de suelo incremente a 7,457,486.01 ton/año, en el AI será de 316,505.64 ton/año y en el AP será de 8,366.33 ton/año; con un incremento total de 13,316.54 ton/año, lo cual representa el 0.11% en el SAR, 2.64% en el AI y 2.69 veces la erosión actual en el AP. Aún con la remoción de la vegetación las tasas obtenidas se encuentran por debajo de 12 ton/ha/año, clasificándose como “sin erosión”.

Tabla IV.37. Resumen de resultados de la estimación de erosión eólica en el SAR, AI y AP.

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
Sección 1	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.27	3.18	3.29
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	214,251.39	16,222.98	256.06
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	9.04
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	702.49
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	214,697.82	16,669.41	446.43
	Porcentaje/veces de incremento	0.21%	2.68%	2.7
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 2	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.69	2.73	2.78
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	161,566.47	13,391.89	209.75
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	5.92
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	446.68
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	161,803.40	13,628.82	236.93
	Porcentaje/veces de incremento	0.15%	1.74%	2.1
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 3	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.92	2.82	2.80
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	656,265.93	14,066.79	214.52
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	7.26
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	556.87

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	656,608.28	14,409.14	342.35
	Porcentaje/veces de incremento	0.05%	2.38%	2.6
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 4	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	4.66	3.50	3.52
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	572,481.70	15,768.49	267.79
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	9.69
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	736.35
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	572,950.26	16,237.04	468.56
	Porcentaje/veces de incremento	0.08%	2.89%	2.7
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 5	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.39	3.35	3.11
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	481,254.91	17,507.38	258.36
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	9.04
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	751.43
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	481,747.98	18,000.46	493.07
	Porcentaje/veces de incremento	0.10%	2.74%	2.9
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 6	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	5.30	3.10	2.88
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	397,455.55	16,158.30	231.11

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	8.07
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	646.72
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	397,871.15	16,573.91	415.61
	Porcentaje/veces de incremento	0.10%	2.51%	2.8
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 7	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.06	2.67	2.68
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	285,100.47	13,921.13	214.43
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	7.53
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	603.40
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	285,489.44	14,310.10	388.97
	Porcentaje/veces de incremento	0.14%	2.72%	2.8
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 8	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.46	3.26	3.02
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	470,306.85	16,653.82	239.13
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	8.77
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	693.89
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	470,761.61	17,108.58	454.76
	Porcentaje/veces de incremento	0.10%	2.66%	2.9
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
Sección 9	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.01	3.01	2.94
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	230,000.41	15,484.64	261.14
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	8.06
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	715.90
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	230,455.17	15,939.40	454.76
	Porcentaje/veces de incremento	0.20%	2.85%	2.7
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 10	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.69	1.54	1.46
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	80,963.19	6,570.03	100.43
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	5.53
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	379.61
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	81,242.37	6,849.21	279.18
	Porcentaje/veces de incremento	0.34%	4.08%	3.8
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 11	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.47	1.31	1.41
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	84,123.84	5,836.80	98.37
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	4.30
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	299.37

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	84,324.83	6,037.79	201.00
	Porcentaje/veces de incremento	0.24%	3.33%	3.0
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 12	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	0.97	0.93	1.39
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	31,606.87	4,720.94	109.38
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	5.53
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	433.96
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	31,931.44	5,045.52	324.58
	Porcentaje/veces de incremento	1.02%	6.43%	4.0
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 13	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.08	1.09	1.12
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	45,781.68	4,880.76	78.91
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	4.30
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	302.24
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	46,005.01	5,104.09	223.33
	Porcentaje/veces de incremento	0.49%	4.38%	3.8
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 14	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.26	1.18	1.42
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	84,232.48	5,878.42	110.37

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	4.42
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	344.61
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	84,466.72	6,112.66	234.24
	Porcentaje/veces de incremento	0.28%	3.83%	3.1
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 15	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.10	1.64	1.70
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	60,256.00	7,975.08	130.35
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	5.53
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	424.48
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	60,550.13	8,269.21	294.13
	Porcentaje/veces de incremento	0.49%	3.56%	3.3
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 16	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.46	1.73	1.83
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	65,672.39	5,852.71	97.86
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	4.42
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	237.03
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	65,811.56	5,991.88	139.17
	Porcentaje/veces de incremento	0.21%	2.32%	2.4
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
Sección 17	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.72	2.03	2.65
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	122,292.88	10,408.70	230.01
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	4.79
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	416.32
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	122,479.18	10,595.00	186.30
	Porcentaje/veces de incremento	0.15%	1.76%	1.8
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 18	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.16	1.89	2.10
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	100,307.69	9,821.75	168.70
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	5.53
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	443.21
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	100,582.21	10,096.26	274.52
	Porcentaje/veces de incremento	0.27%	2.72%	2.6
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 19	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.81	1.82	1.85
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	91,996.20	9,476.32	148.58
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	5.22
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	418.68

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	92,266.30	9,746.42	270.10
	Porcentaje/veces de incremento	0.29%	2.77%	2.8
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 20	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	1.78	1.58	1.35
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	117,353.81	8,208.29	108.03
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	3.69
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	295.37
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	117,541.15	8,395.64	187.34
	Porcentaje/veces de incremento	0.16%	2.23%	2.7
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 21	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.73	3.11	3.28
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	231,323.52	16,340.31	288.87
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	6.89
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	605.89
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	231,640.54	16,657.33	317.02
	Porcentaje/veces de incremento	0.14%	1.90%	2.1
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 22	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	3.05	3.72	3.23
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	183,555.62	17,543.80	241.89

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	6.26
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	468.35
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	183,782.08	17,770.27	226.46
	Porcentaje/veces de incremento	0.12%	1.27%	1.9
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 23	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.63	2.60	2.65
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	327,704.08	11,641.02	183.23
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	7.30
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	504.69
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	328,025.55	11,962.48	321.47
	Porcentaje/veces de incremento	0.10%	2.69%	2.8
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 24	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.31	2.54	2.52
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	317,347.26	11,836.20	180.73
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	6.89
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	494.34
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	317,660.87	12,149.81	313.61
	Porcentaje/veces de incremento	0.10%	2.58%	2.7
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
Sección 25	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.18	2.35	2.35
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	396,873.21	10,282.83	158.22
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	6.26
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	421.92
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	397,136.91	10,546.53	263.70
	Porcentaje/veces de incremento	0.07%	2.50%	2.7
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 26	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.48	2.35	2.74
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	831,482.85	10,746.29	192.72
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	7.30
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	513.93
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	831,804.05	11,067.49	321.20
	Porcentaje/veces de incremento	0.04%	2.90%	2.7
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
Sección 27	Tasa de erosión actual (ton/ha/año)	2.34	2.34	2.34
	Pérdida de suelo (ton/año) actual	807,562.46	10,943.66	171.27
	Tasa de erosión al remover vegetación (ton/ha/año)	-	-	6.26
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	458.80

Sección	Indicador	SAR	AI	AP
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	807,849.99	11,231.19	287.53
	Porcentaje/veces de incremento	0.04%	2.56%	2.7
	Clasificación de la erosión	Sin erosión	Sin erosión	Sin erosión
TOTAL	Pérdida de suelo (ton/año) actual	7,449,119.68	308,139.31	4,950.21
	Pérdida de suelo (ton/año) al remover la vegetación	-	-	13,316.54
	Incremento en la pérdida de suelo (ton/año) al remover vegetación	7,457,486.01	316,505.64	8,366.33
	Porcentaje/veces de incremento	0.11%	2.64%	2.69

Vinculación

Las actividades del Proyecto no cambiarán el tipo de suelo presente en el área, sin embargo, pueden existir algunos problemas de contaminación por el uso y manejo inadecuado de aceites y combustibles usados por la maquinaria o por un derrame en caso de averías; por otro lado, podría suceder o generarse el mismo impacto por el manejo inadecuado de residuos en las diferentes etapas del Proyecto. Asimismo, habrá una modificación del suelo por el incremento en la tasa de erosión debido a la remoción de la vegetación por las actividades de desmonte, apertura del derecho de vía y excavaciones durante las etapas de preparación de sitio y construcción.

Con la remoción de la vegetación la tasa de erosión hídrica en el AP pasará a ser de hasta de 30.59 ton/ha/año. De acuerdo con dicha modificación en el AP se estima que en la totalidad del SAR la pérdida de suelo incremente a 11,169,142.92 ton/año, en el AI será de 427,768.97 ton/año y en el AP será de 25,624.77 ton/año; con un incremento total de 32,340.91 ton/año, lo cual representa el 0.23% en el SAR, 5.99% en el AI y 4.82 veces la erosión actual en el AP. Aún con la remoción de la vegetación las tasas obtenidas se encuentran por debajo de 50 ton/ha/año, clasificándose como erosión baja.

Mientras que, la tasa de erosión eólica en el AP pasará a ser de hasta de 9.69 ton/ha/año. De acuerdo con dicha modificación en el AP, se estima que en la totalidad del SAR la pérdida de suelo incremente a 7,457,486.01 ton/año, en el AI será de 316,505.64 ton/año y en el AP será de 8,366.33 ton/año; con un incremento total de 13,316.54 ton/año, lo cual representa el 0.11% en el SAR, 2.64% en el AI y 2.69 veces la erosión actual en el AP. Aún con la remoción de la vegetación las tasas obtenidas se encuentran por debajo de 12 ton/ha/año, clasificándose como “sin erosión”.

IV.2.1.5. Hidrología superficial

El **SAR**, **AP** y **AI** se localizan en la Regiones Bravo Conchos, Cuencas Cerradas del Norte, Sonora Norte y Sonora Sur.

Por otra parte, se tiene que el **SAR, AI** y **AP** se ubican en las siguientes Cuencas: Arroyo El Carrizo y otros; Desierto del Altar-Río Bamori; Río Bacoachi; Río Bravo-Ciudad Juárez; Rio Casas Grandes; Rio Concepción-Arroyo Cocaspera; Río Santa María; Río Sonora; Rio Yaqui; Río del Carmen y San Ignacio y otros.

Asimismo, el **SAR, AI** y **AP** se ubican en las subcuencas hidrográficas El Cajoncito-Arroyo del carrizo, La Colorada-La Chiripa, Laguna San Bartolo, Los Lamentos-El Rancho 40, Palmar del Berrenso-El Traque, Río Alto Sonora-Río Bocoachic, Río Balepita- Rio San Bernardino, Rio Bavispe, Río Bravo, Río Casas Grandes-Río San Pedro, Rio Concepción-Rio Asunción, Rio Magdalena-Rio Bajo Altar, Rio Moctezuma, Rio San Ignacio, Rio Santa Clara-Rio del Carmen, Rio Santa María, San Miguel-El Puerto de Posada y Tarabillas, tal como se aprecia en las siguientes figuras y tabla.

Figura IV.46. Ubicación del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** con respecto a las regiones hidrológicas administrativas, cuencas hidrográficas y subcuencas hidrográficas de la sección 01 a 11.

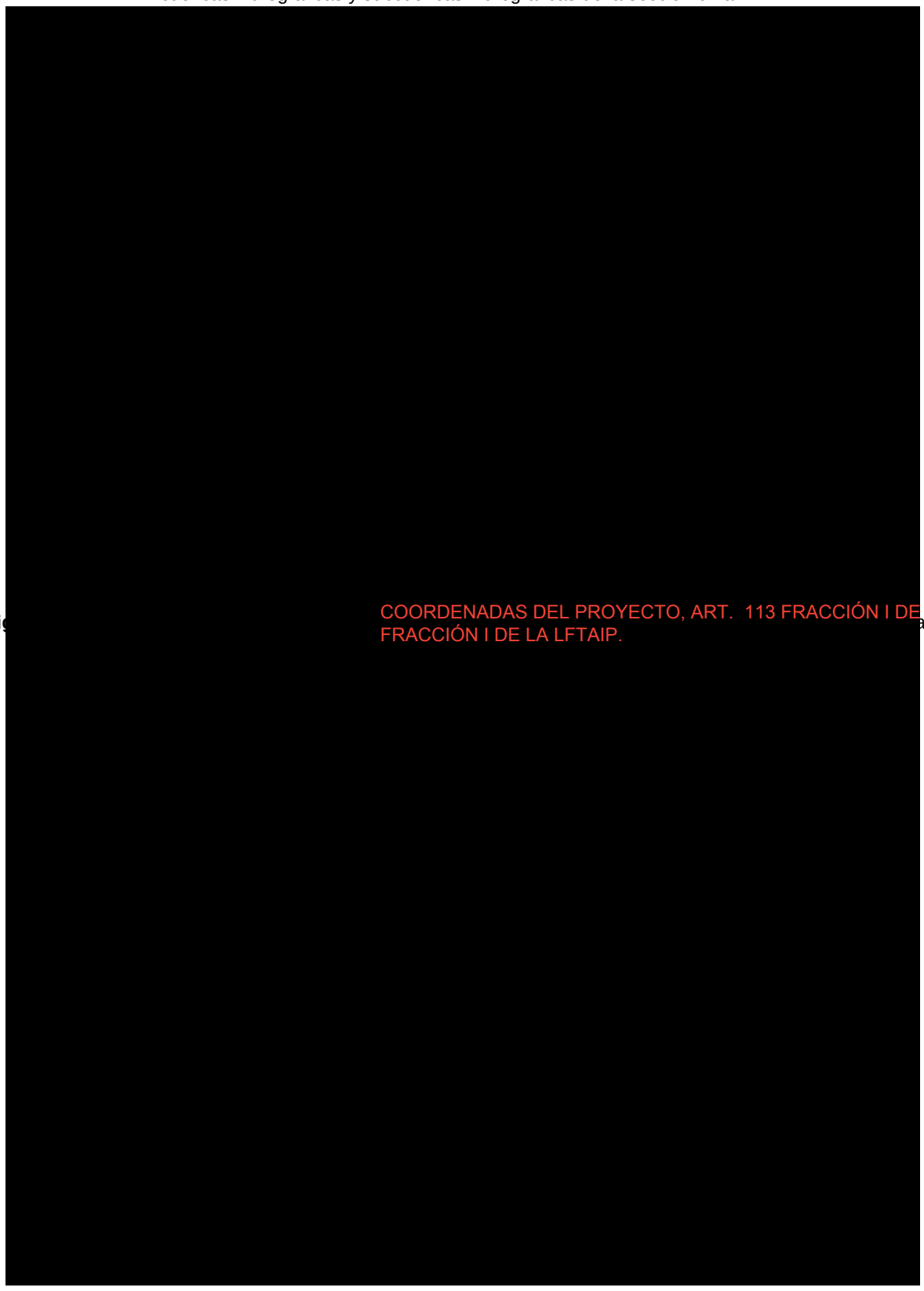


Fig COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP. as,

Tabla IV.38. Ubicación de las Regiones Hidrológicas, Cuencas y Subcuencas en el SAR, AI y AP.

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Incidencia
Bravo Conchos	**R. Bravo - Cd. Juárez**	R. Bravo - Country Line	AI-Sección 1
			SAR-Sección 1,2
		R. Bravo - Fuerte Quitman	AI-Sección 1
			AP-Sección 1
			SAR-Sección 1
		R. Bravo - Tornillo	SAR-Sección 1,2
Cuencas Cerradas del Norte (Casas Grandes)	**(A. El Carrizo y otros)**	A. del Burro	SAR-Sección 3,4
		Félix U Gómez	AI-Sección 1,2
			AP-Sección 1,2
			SAR-Sección 1,2,3
		L. Tarabillas	SAR-Sección 4,5
	R. Casas Grandes	R. Casas Grandes	AI-Sección 8,9
			AP-Sección 9
			SAR-Sección 8,9
		R. Palanganas	AI-Sección 9,10
			AP-Sección 9,10
			SAR-Sección 8,9,10
		R. Piedras Verdes	AI-Sección 10,11
			AP-Sección 10,11
			SAR-Sección 9,10,11
	R. Del Carmen	R. del Carmen	AI-Sección 3,4,5,6
			AP-Sección 3,4,5,6
			SAR-Sección 2,3,4,5,6,7
		Rancho El Cuarenta	AI-Sección 2,3
			AP-Sección 2,3

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Incidencia
			SAR-Sección 1,2,3
	R. Santa María	A. del Queso y Desierto Samalayuca	AI-Sección 6
			AP-Sección 6
			SAR-Sección 4,5,6,7
		L. La Vieja	AI-Sección 6,7
			AP-Sección 6,7
			SAR-Sección 6,7,8
		R. Santa María - Galeana	AI-Sección 7,8,9
			AP-Sección 7,8,9
			SAR-Sección 6,7,8,9
Sonora Norte	**R. Concepción - A. Cocaspera**	A. del Coyotillo	AI-Sección 21,22
			AP-Sección 21,22
			SAR-Sección 21, 22
		A. El Álamo	AI-Sección 20,21
			AP-Sección 20,21
			SAR-Sección 20,21,22,23
		A. Tesota	AI-Sección 24,25
			AP-Sección 24,25
			SAR-Sección 24,25,26
		R. de la Concepción	SAR-Sección 26,27
		R. de los Alisos	AI-Sección 21
			AP-Sección 21
			SAR-Sección 20,21,22
		R. Magdalena	AI-Sección 22,23,24
			AP-Sección 22,23,24
			SAR-Sección 22,23,24

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Incidencia
	R. San Ignacio y otros	(C. del Infiernillo)	SAR-Sección 27
		Puerto Libertad	AI-Sección 25,26,27
			AP-Sección 25,26,27
			SAR- Sección 25, 26, 27
		R. San Ignacio	AI-Sección 25
			AP-Sección 25
			SAR-Sección 24,25,26,27
Sonora Sur	**R. Bacoachi**	L. Playa Noriega	SAR-Sección 25,26
		R. Bacoachi	SAR-Sección 23,24,25
	R. Sonora	R. Bacanuchi	SAR- Sección 18
		R. San Miguel	AI-Sección 19,20
			AP-Sección 19,20
			SAR-Sección 19,20
		R. Sonora - Arispe	AI-Sección 17,18
			AP-Sección 18
			SAR-Sección 17,18
		R. Sonora - Banamichi	AI-Sección 18,19
			AP-Sección 18,19
			SAR-Sección 18,19
		R. Zanjón	SAR-Sección 20
	R. Yaqui	R. Bavispe - La Angostura	AI-Sección 11,12,13,14
			AP-Sección 11,12,13,14
			SAR-Sección 11,12,13,14
		R. Bavispe Bajo	AI-Sección 14,15,16
			AP-Sección 14,15
			SAR-Sección 13,14,15,16

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Incidencia
		R. Moctezuma	AI-Sección 15,16,17,18
			AP-Sección 15,16,17,18
			SAR-Sección 15,16,17,18

Como se observa en la tabla anterior, se aprecia que en la Región Hidrológica Bravo Conchos se encuentran tres subcuencas, mismas que inciden en las secciones 01 y 02 del **SAR**, **AI** y **AP**; la Región Hidrológica Cuencas Cerradas del Norte (Casas Grandes) está conformada por once subcuencas, en las que se insertan en porciones o por completo las secciones 01 a la 11 del **SAR**, **AI** y **AP**; en la Región Hidrológica Sonora Norte se encuentran nueve subcuencas, en las cuales se insertan las secciones 20 a la 27 para las 3 áreas; y finalmente para la Región Hidrológica Sonora Sur, se presentan 10 subcuencas, en las cuales se ubican las secciones 11 a la 26 para el **SAR**, **AI** y **AP**.

Por otro lado, el **SAR, AI** y **AP** se encuentran en las microcuencas El Cuervo, Cajoncitos, Campo Ocho, Puerto Libertad, Santa Ana, El Coyotillo Norte, Pueblo Nuevo (Pueblo Nuevo Ocuca), San José, La Chiripa, Sin Nombre, Las Viguitas (Humberto López Mazón), El Pozo Nuevo, Betania, La Ciénega, El Claro, La Veta De Agua, 08-021-02-043, Las Cruces, Santa Fe, 08-021-02-046, La Primavera, Estación Llano, Trincheras, La Cueva, 08-021-02-050, Miguel Ahumada, 34-135-02-005, 34-139-01-018, Agua Fría (Saracachi / Bellota), Bamori, La Tinaja, Cucurpe, Cañada Ancha, Santa Rosa, Los Reyes, Ojo Caliente (Colonia Seca), Santa Gertrudis, San Felipe, San Martin, Jitisorachi Dos, 34-135-01-007, Josefa Ortiz De Domínguez (Ojo De Carrizal), 09-023-01-042, Arizpe, El Bamori, El Progreso, El Bajío De Abajo, El Potrero, Palos Blancos, La Capilla De Tetuachi, 34-137-04-026, Kilometro Cinco (Álvaro Obregón), San Juan Del Rio, Santo Domingo, 09-027-02-088, 34-137-04-029, El Monte Del Tren, Álamos De Peña, San Ignacio, Hermenegildo Galeana, 09-027-05-011, Los Alisos, 34-139-01-024, 09-027-04-010, Villa Hidalgo, 34-135-02-008, La Labor, 09-027-04-012, La Inmaculadita (Los Chapos), Huachinera, 34-137-04-033, 09-027-04-013, Sección El Oro, 34-137-04-034, Juan Mata Ortiz (Pearson), Llano De Los Cristianos, San Quintin, 09-027-04-014, El Prieto, Loreto Montoya Rodríguez, Ciénega De Horcones, 09-027-02-099, Ejido Ignacio Zaragoza (El Willy), 09-027-04-015, Agua Fría, El Papalote, El Refugio (El Pueblito), Los Huerigos, Juicle, Cuesta Blanca, Lic. Rosalba Aguilar Figueroa y Ejido Hernández (Jobales).

Figura IV.48. Ubicación del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 1 a la 5.

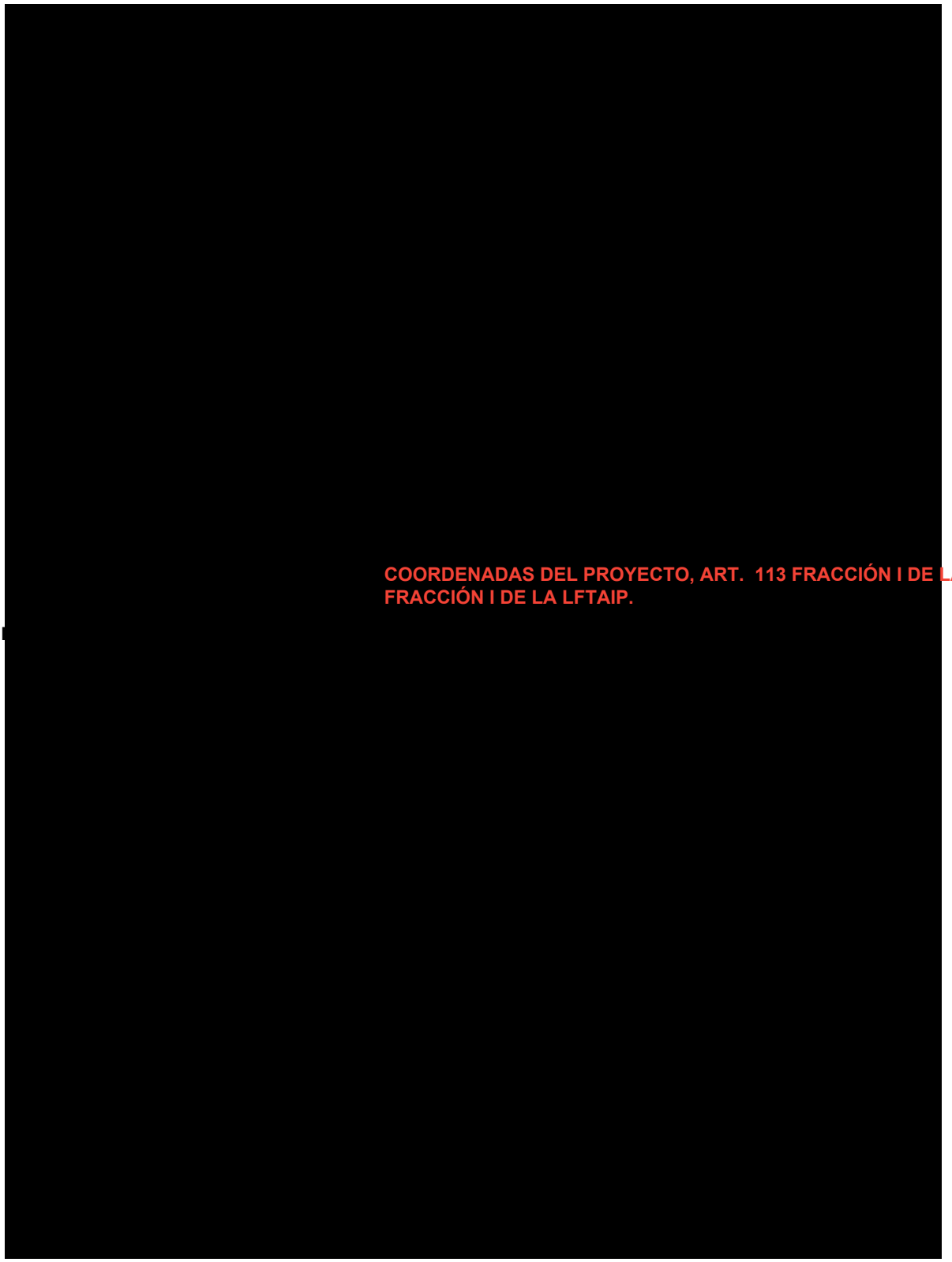
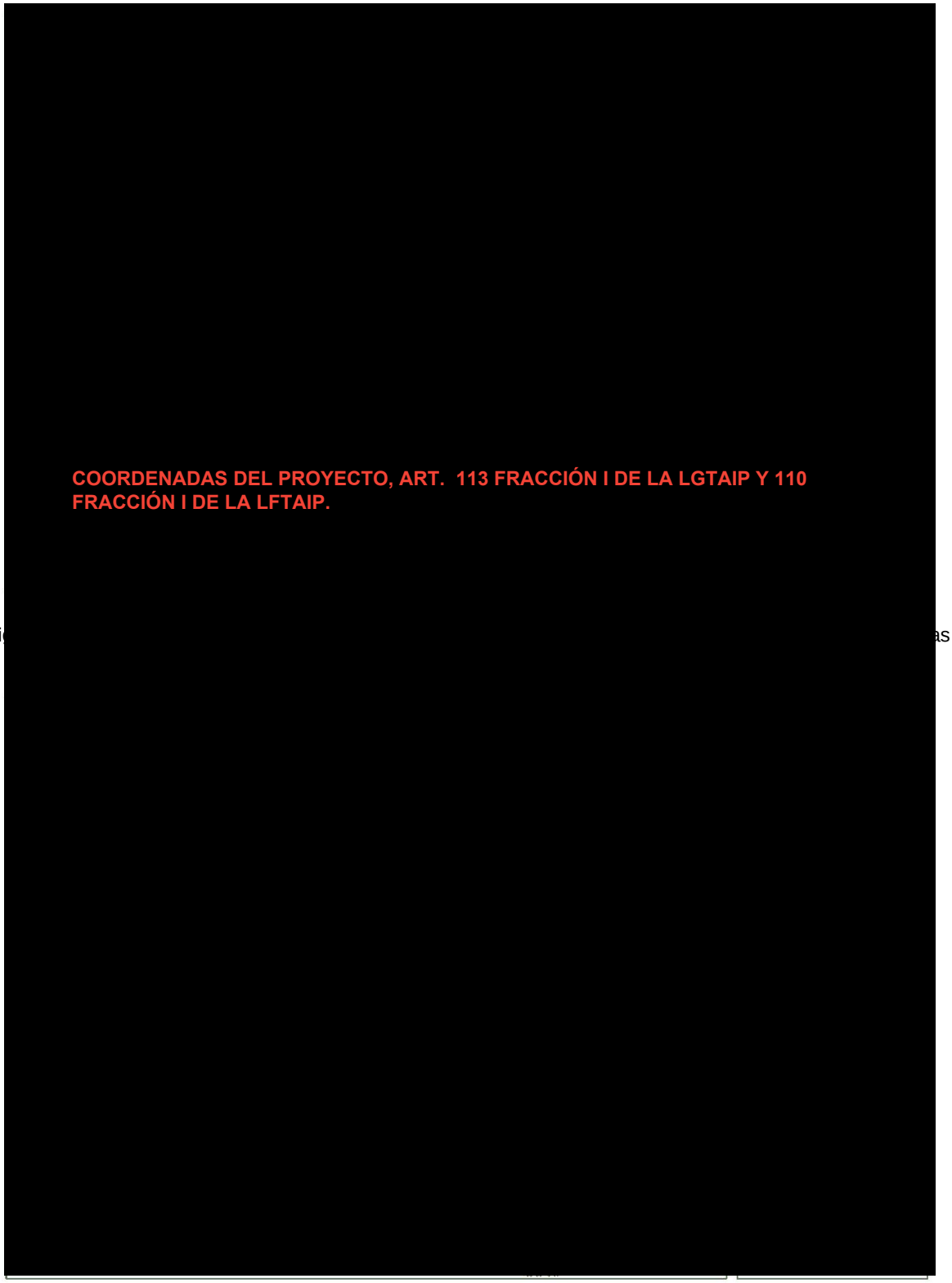


Figura IV.50. Ubicación del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 12 a la 15.



Fi as

Figura IV.52. Ubicación del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 20 a la 22.

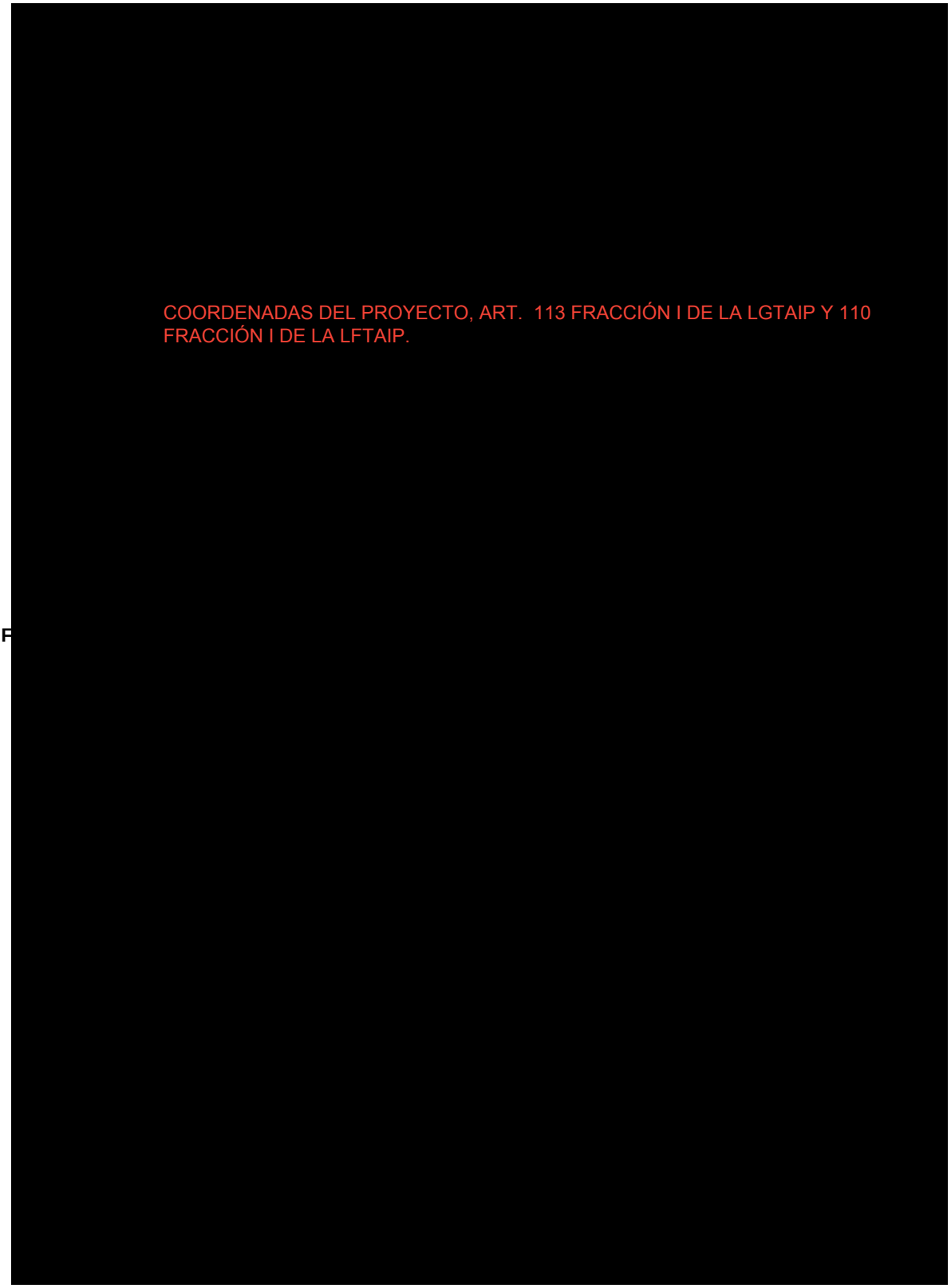


Tabla IV.39. Microcuencas (FIRCO) en el SAR, AI y AP por sección.

LO	Microcuencas	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
1	08-021-02-042	22,23		
2	08-021-02-043	23,22	23,22	23,22
3	08-021-02-046	20,21	21	21
4	08-021-02-050	20,21	20,21	20,21
5	09-023-01-042	18,19	18,19	18,19
6	09-027-02-088	13,14	13,14	13,14
7	09-027-02-099	13,14	13,14	13,14
8	09-027-04-010	14,15	14,15	14,15
9	09-027-04-012	14	14	14
10	09-027-04-013	14	14	14
11	09-027-04-014	14,15	14,15	15
12	09-027-04-015	15	15	15
13	09-027-05-011	17,18	17,18	17,18
14	24-100-01-009	1		
15	34-135-01-007	06,07	6	6
16	34-135-02-005	7,8	7,8	7,8
17	34-135-02-008	7	7	7
18	34-137-04-026	8,9	9	
19	34-137-04-029	9	9	9
20	34-137-04-033	8,9	9	9
21	34-137-04-034	10	10	
22	34-139-01-018	3,4	3	3
23	34-139-01-024	5	5	5
24	Agua Fría	12	12	12
25	Agua Fría (Saracachi / Bellota)	19	19	19

LO	Microcuencas	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
26	Álamos De Peña	5,6	5,6	5,6
27	Aribabi	13,14	13,14	13,14
28	Arizpe	18	18	18
29	Bamori	18,19	18,19	18,19
30	Betania	20,21	21	21,
31	Cajoncitos	1	1	1
32	Campo Ocho	1,2,3	2,3	2,3
33	Cañada Ancha	20	20	20
34	Cerro Prieto	19,20		
35	Ciénega De Horcones	11,12	11,12	12
36	Cucurpe	19,20	20	20
37	Cuesta Blanca	10,11	10	10
38	Ejido Hernández (Jobales)	10,11	11	
39	Ejido Ignacio Zaragoza (El Willy)	10,11	10,11	10,11
40	El Bajío De Abajo	19,20	19	19
41	El Bamori	19	19	19
42	El Claro	22,21	21	21
43	El Coyotillo Norte	21,22	21,22	21,22
44	El Cuervo	1,2	1	
45	El Mezquitalito	17		
46	El Monte Del Tren	14	14	14
47	El Papalote	13	13	13
48	El Pintor	19,20		
49	El Potrero	19,20	19,20	19,20
50	El Pozo Nuevo	23,24	23,24	23,24
51	El Prieto	15,16,17	15,16	16

LO	Microcuencas	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
52	El Progreso	06,07	06,07	06,07
53	El Refugio (El Pueblito)	14,15	15	15
54	Estación Llano	21	21	21
55	Hermenegildo Galeana	8,9	8,9	8,9
56	Huachinera	13	13	
57	Jitisorachi Dos	17,18	17,18	18
58	Josefa Ortiz De Domínguez (Ojo De Carrizal)	5	5	5
59	Juan Mata Ortiz (Pearson)	9,10	9,10	9,10
60	Juicle	11,12	11,12	11,12
61	Kilometro Cinco (Álvaro Obregón)	16,17	17	17
62	La Capilla De Tetuachi	18	18	18
63	La Chiripa	1,2,3	1,2,3	1,2,3
64	La Ciénega	23,24,25	24,25	24,25
65	La Cueva	22,23	23	23
66	La Inmaculadita (Los Chapos)	24,25	25	25
67	La Labor	17	17	17
68	La Primavera	25,26	25	25
69	La Tinaja	22	22	
70	La Veta De Agua	20,21	21	21
71	Las Cruces	20,21	21	21
72	Las Viguitas (Humberto López Mazón)	23,24,25	24	24
73	Lic. Rosalba Aguilar Figueroa	25,26,27	25	
74	Llano De Los Cristianos	9	9	9
75	Loreto Montoya Rodríguez	13	13	13
76	Los Alisos	15,16,17	16	16

LO	Microcuencas	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP
77	Los Hoyos	16,17		
78	Los Huerigos	15,16	15,16	15,16
79	Los Reyes	20,21	20	20
80	Miguel Ahumada	3,4	3,4	3,4
81	Ojo Caliente (Colonia Seca)	4,5	4,5	4,5
82	Palos Blancos	3,4	4	4
83	Pueblo Nuevo (Pueblo Nuevo Ocuca)	22,23,24	23	23
84	Puerto Libertad	25,26,27	25,26,27	25,26,27
85	San Felipe	18	18	18
86	San Ignacio	17	17	17
87	San José	22	22	22
88	San Juan Del Rio	14,15	14,15	
89	San Martin	19	19	19
90	San Quintin	12,13	12,13	12,13
91	Santa Ana	21	21	21
92	Santa Fe	22	22	22
93	Santa Gertrudis	20	20	20
94	Santa Rosa	9,10		
95	Santa Rosa	22,23	22,23	22
96	Santo Domingo	15,16,17	16,17	16,17
97	Sección El Oro	11	11	11
98	Sin Nombre	3,4	3	3
99	Tierras Prietas	17		
100	Trincheras	23	23	23
101	Villa Hidalgo	14,15	15	15

De acuerdo con la tabla anterior, se aprecia que todas las microcuencas tienen incidencia en el SAR, pero en las secciones tanto del **AI** como del **AP**, no inciden las siguientes microcuencas: 08-021-02-042, 24-100-01-009, Cerro Prieto, El Mezquitalito, El Pintor, Los Hoyos, Santa Rosa y Tierras Prietas; asimismo, en el **AP** no hay incidencia de las microcuencas 34-137-04-026, 34-137-04-034, Ejido Hernández (Jobales), El Cuervo, Huachinera, La Tinaja y Lic. Rosalba Aguilar Figueroa.

Según el **INEGI** una región hidrográfica es un área delimitada por una divisoria que agrupa por lo menos dos cuencas hidrográficas, cuyas aguas fluyen a un cauce principal. La cobertura nacional asciende a 37 divisiones las cuales se denotan por el prefijo "**RH**" y los números del "01" al "37" (por ejemplo, "**RH26**").

Una cuenca hidrográfica es una superficie delimitada por una divisoria cuyas aguas fluyen hacia una corriente principal o cuerpo de agua; constituye una subdivisión de la región hidrográfica; mientras que, la Subcuenca hidrográfica es una subdivisión de la cuenca hidrográfica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión.

La cuenca hidrográfica Arroyo El Carrizo tiene una superficie de aportación de 3,716.0 kilómetros cuadrados y se ubica en la parte Norte del país, delimitada al Norte, al Sur y al Este por la región hidrológica número 24 Bravo-Conchos y al Oeste por las cuencas hidrológicas Félix U Gómez y Arroyo El Burro.

La cuenca Río Bravo-Ciudad Juárez se ubica en la frontera entre México y Estados Unidos, donde la parte correspondiente a México cubre una superficie total de 457,275 km^2, donde 226,275 km^2 corresponden a México y abarca parte del estado de Chihuahua, una pequeña porción del estado de Durango y una amplia extensión territorial de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Sus dos afluentes más importantes son el río Conchos en México y el río Pecos en Estados Unidos.[7]

La cuenca Rio Casas Grandes tiene una superficie de 24,533.75 km2, con una precipitación media anual de 373.500 mm, un volumen medio anual de 9,163.356 millones de m3, un coeficiente de escurrimiento de 2.650% y un volumen de escurrimiento anual de 224.820 millones de m3.

La cuenca Rio Concepción-Arroyo Cocaspera se ubica al noreste del estado de Sonora, donde abarca los municipios de Nogales, Imuris, Santa Ana, Magdalena, Caborca, Benjamín Hill, Altar, Pitiquito, Atil, Tubutama, Saric, Trincheras y Oquitoa. Sus límites son por el oriente, la cuenca del rio sonora, al sur la cuenca del río San Ignacio, al norte la de Sonoyta y la de los ríos San Pedro y Santa Cruz que escurren hacia Estados Unidos.[8]

La cuenca Río Sonora se divide en 11 subcuencas suman una extensión de 27,993.30 km2, las cuales aportan sus aguas al principal rasgo hidrográfico: el río Sonora. La mayoría de las corrientes son de régimen intermitente excepto la parte media del río se considera perenne.[9]

La cuenca Rio Yaqui tiene una extensión de 79,172 km2, se ubica casi en su totalidad en el estado de Sonora, México; forma parte de Chihuahua en el este y en su parte superior culmina en la región suroeste de Arizona, Estados Unidos.[10]

7 https://transboundary.tamu.edu/media/1240/la-cuenca-del-bravo.pdf
8 https://remexcu.org/documentos/conagua/bcc/pg/cmc/2013_PG_Rio_Concepcion.pdf
9 https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825087470_1.pdf
10 https://www.redalyc.org/pdf/3535/353539530009.pdf

La cuenca Río Santa María tiene una superficie de 11889.82 Km2, es de tipo endorreica y abarca los municipios de Ahumada, Ascensión, Bachíniva, Buenaventura, Cuauhtémoc, Galeana, Gómez Farías, Guerrero, Ignacio Zaragoza, Matachí, Namiquipa, Nuevo Casas Grandes, Temósachi en el estado de Chihuahua.

La cuenca Río del Carmen tiene una extensión de 15101.68 Km2, es de tipo endorreica y abarca los municipios de Ahumada, Bachíniva, Buenaventura, Chihuahua, Cuauhtémoc, Guadalupe, Juárez, Namiquipa, Riva Palacio, en el estado de Chihuahua

La cuenca San Ignacio y otros cuenca con una superficie de 3187.87 Km2, es de tipo exorreica e incide en los municipios de Hermosillo, Pitiquito, Trincheras, en el estado de Sonora.[11]

Con el objetivo de saber la interacción del **SAR**, **AI** y **AP** con la hidrografía superficial del área, se realizó un compendio de datos de escurrimientos y cuerpos de agua de las cartas topográficas del **INEGI**, así como el análisis de datos registrados por el Simulador De Flujos De Agua De Cuencas Hidrográficas (**SIATL**). De acuerdo con esta revisión, se observó que, dentro del **AP, AI** y **SAR** no se identificaron cuerpos de agua, solamente se tienen corrientes de agua cuya ubicación se observa en las siguientes figuras y tabla.

Figura IV.54. Hidrología superficial del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** en las secciones 01 a la 08.



11 https://app.agua.org.mx/?zone=5a32d1a9ba753c35924b7524

Figura IV.55. Hidrología superficial del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR** en las secciones 09 a la 14.



Tabla IV.40. Escurrimientos presentes por sección en el SAR, AI y AP.

Corrientes de agua de condición perenne						
Sección	SAR		AI		AP*	
	#	Nombre corriente	#	Nombre corriente	#	Nombre corriente
1	1	Río Bravo	1	Río Bravo	-	-
5	1	Ninguno	1	Ninguno	-	-
7	1	Río Santa María	1	Río Santa María	-	-
8	1	Río Santa María	1	Río Santa María	1	Río Santa María
9	2	Palanganas, Río Casas Grandes	1	Palanganas	1	Palanganas
10	2	Piedras Verdes, Quebale	1	Piedras Verdes	1	Piedras Verdes
11	26	Dales, El Agua Zarca, El Bonito, El Capulín, El Corral, El Fresno, El Juicle, El Manzano, El Ojito, El Oro, El Represito, El Zorrilllo, La Ciénega, La Ciénega Del Norte, La Pila, La Yerba, Las Peñas, Los Azules, Los Fresnos, Los Mancheros, Los Novillos, Los Vallecitos, Ninguno, Piedras Verdes, Quebale, Roberto	9	El Bonito, El Capulín, El Corral, El Oro, El Represito, La Ciénega, La Ciénega Del Norte, La Yerba, Quebale	8	El Bonito, El Capulín, El Corral, El Oro, El Represito, La Ciénega, La Ciénega Del Norte, La Yerba
12	9	El Bonito, El Fresno, El Juicle, El Lechuguial, La Ciénega, La Plateada, Los Fresnos, Ninguno, Río Bavispe	4	El Bonito, La Ciénega, La Plateada, Río Bavispe	3	La Ciénega, La Plateada, Río Bavispe
13	7	Aribabi, Babidanchi, Río Bavispe, Ninguno, Hueparito, El Nori, Huachinera	2	El Nori, Huachinera	2	El Nori, Huachinera
14	5	Aribabi Babidanchi, Río Bavispe, Ninguno, Hueparito	1	Río Bavispe	1	Río Bavispe
15	1	Río Bavispe	-	-	-	-
16	1	Nacozari	1	Nacozari	-	-
17	1	Nacozari	1	Nacozari	1	Nacozari
18	3	Ninguno, Río Bacanuchi, Río Sonora	1	Río Sonora	1	Río Sonora
19	1	Río Saracachi	-	-	-	-
20	4	Río San Miguel De Horcasitas, Río Saracachi, Río Dolores, Ninguno	4	Río San Miguel De Horcasitas, Río Saracachi, Río Dolores, Ninguno	4	Río San Miguel De Horcasitas, Río Saracachi, Río Dolores, Ninguno

Corrientes de agua de condición perenne						
Sección	SAR		AI		AP*	
	#	Nombre corriente	#	Nombre corriente	#	Nombre corriente
21	1	Río El Coyotillo	-	-	-	-

*Cabe aclarar que el número aquí señalado es la cantidad de escurrimientos superficiales perennes presentes dentro del AP, más no es el número de cruces con el trazo del Proyecto, dado que no todas estas corrientes son cruzadas por el ducto. En total son 17 cruces del ducto con escurrimientos perennes, esta información se presenta en el Capítulo II de esta MIA-R.

Vinculación

El Proyecto no modificará los cauces de los escurrimientos superficiales, dado que todos los escurrimientos perennes con los cuales cruza el trazo del Proyecto, mismos que fueron identificados y presentados en la cartografía del capítulo IV (17 cruces) así como los escurrimientos intermitentes de competencia federal.

IV.2.1.6. Hidrología subterránea

Según el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (**SIGACUA**) de la **CONAGUA**, el **SAR, AP** y **AI** se encuentran en los siguientes acuíferos y su disponibilidad: 0861 Valle del Peso, Con disponibilidad; 0826 Los Lamentos, Sin disponibilidad; 0827 El Cuarenta, Sin disponibilidad; 0817 Laguna de Patos, Sin disponibilidad; 0821 Flores Magón-Villa Ahumada, Sin disponibilidad; 0818 Laguna de Santa María, Sin disponibilidad; 0819 Laguna La Vieja, Sin disponibilidad; 0804 Buenaventura, Sin disponibilidad; 0806 Casas Grandes, Sin disponibilidad; 2627 Rio Bacoachi, Sin disponibilidad; 2631 Rio Bavispe, Con disponibilidad; 2652 Villa Hidalgo, Con disponibilidad; 2653 Huasabas, Con disponibilidad; 2661 Cumpas, Con disponibilidad; 2624 Río Sonora, Con disponibilidad; 2628 Rio Bacanuchi, Sin disponibilidad; 2625 Río San Miguel, Con disponibilidad; 2611 La Tinaja, Con disponibilidad; 2612 Magdalena, Sin disponibilidad; 2610 Coyotillo, Sin disponibilidad; 2605 Caborca, Sin disponibilidad; 2618 Arivaipa, Con disponibilidad; y 2617 Puerto Libertad, Con disponibilidad (ver siguiente tabla).

Tabla IV.41. Hidrología subterránea en el SAR, AI y AP por secciones.

	Nombre del acuífero	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP	Disponibilidad	disp_hm3
1	Arivaipa	24,25,26,27	25	25	Con disponibilidad	0.0137
2	Bacadehuachi	13,14			Con disponibilidad	8.157871
3	Buenaventura	7,8,9	7,8,9	7,8,9	Sin disponibilidad	-150.284566
4	Busani	22,23			Sin disponibilidad	-3.224
5	Caborca	23,24,25,26,27	23,24,25,26	23,24,25,26	Sin disponibilidad	-120.733

	Nombre del acuífero	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP	Disponibilidad	disp_hm3
6	Casas Grandes	8,9,10,11	8,9,10,11	8,9,10,11	Sin disponibilidad	-27.05484
7	Costa De Hermosillo	23,24,25,26			Sin disponibilidad	-96.952
8	Coyotillo	21,22	21,22	21,22	Sin disponibilidad	-8.4893
9	Cumpas	15,16,17,18	15,16,17,18	15,16,17,18	Con disponibilidad	9.92503
10	El Cuarenta	1,2,3	3,2	3,2	Sin disponibilidad	-9.06423
11	Flores Magon-Villa Ahumada	4,5,6,7	4,5,6	4,5,6	Sin disponibilidad	-118.62609
12	Huasabas	14,15,16	15-16	15-16	Con disponibilidad	5.315349
13	Ignacio Zaragoza	9,10			Con disponibilidad	67.21585
14	La Tinaja	20,21,22,23	20,21	20,21	Con disponibilidad	1.0765
15	Laguna De Patos	2,3,4	3,4	3,4	Sin disponibilidad	-96.89285
16	Laguna De Santa María	5,6,7,8	6	6	Sin disponibilidad	-419.8383
17	Laguna De Tarabillas	4,5			Sin disponibilidad	-287.1029
18	Laguna La Vieja	6,7,8	6,7	6,7	Sin disponibilidad	-217.0367
19	Laguna Tres Castillos	3,4			Sin disponibilidad	-64.28422
20	Los Lamentos	1,2,3	1,2	1,2	Sin disponibilidad	-0.23131
21	Magdalena	20,21,22,23	21,22,23	21,22,23	Sin disponibilidad	-9.3672
22	Puerto Libertad	26,27	26,27	26,27	Con disponibilidad	0.02628
23	Rio Bacanuchi	18	18	18	Sin disponibilidad	-0.0389
24	Rio Bacoachi	17,18	17,18	17	Sin disponibilidad	-4.18268
25	Rio Bavispe	11,12,13,14	11,12,13,14	11,12,13	Con disponibilidad	1.03535
26	Rio San Miguel	18,19	19,20	19,20	Con disponibilidad	2.29763
27	Rio Sonora	19,20	18,19	18,19	Con disponibilidad	2.884956
28	Rio Zanjón	20			Sin disponibilidad	-14.168
29	Valle De Juárez	01,02			Sin disponibilidad	-76.730342

	Nombre del acuífero	Secciones SAR	Secciones AI	Secciones AP	Disponibilidad	disp_hm3
30	Valle Del Peso	1	1	1	Con disponibilidad	12.989078
31	Villa Hidalgo	13,14,15	13,14,15	13,14,15	Con disponibilidad	8.600286

Tal como se aprecia en la tabla anterior, todos los acuíferos se presentan en el **SAR**, mientras que de la sección 20 a la 27 del **SAR**, **AI** y/o **AP** se presentan los acuíferos Arivaipa, Caborca, Costa de Hermosillo, Coyotillo, La Tinaja, Magdalena, Puerto Libertad y Río Zanjón; para las secciones 07 a la 19 se tienen los acuíferos Buenaventura, Casas Grandes, Cumpas, Huasabas, Ignacio Zaragoza, Rio Bacanuchi, Rio Bacoachi, Rio Bavispe, Rio San Miguel, Río Sonora y Villa Hidalgo; para las secciones 1 a la 8, se tienen los acuíferos Buenaventura, Casas Grandes, El Cuarenta, Flores Magón-Villa Ahumada, Laguna De Patos, Laguna De Santa María, Laguna De Tarabillas, Laguna La Vieja, Laguna Tres Castillos, Los Lamentos, Valle De Juárez y Valle Del Peso. Las secciones que no presentan acuíferos ni en el **AI** ni en el **AP** son Bacadehuachi, Busani, Costa de Hermosillo, Ignacio Zaragoza, Laguna De Tarabillas, Laguna Tres Castillos, Rio Zanjón y Valle De Juárez.

El acuífero Valle del Peso, se localiza en la porción nororiente del estado de Chihuahua, entre los paralelos 29°36' a 30°56' de latitud Norte y los meridianos 104º27' a 105°42' de longitud Oeste, cubriendo una superficie aproximada de 3,596 km^2. Pertenece al Organismo de Cuenca VI "Río Bravo" y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Chihuahua. En la mayor parte del territorio que cubre el acuífero no rige ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea, excepto una pequeña porción al norte del acuífero, hacia el poblado Los Frailes, que se encuentra sujeta a las disposiciones del "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas subterráneas al Sureste de Ciudad Juárez, Chih.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 1952. Esta veda es tipo III, en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

El acuífero Los Lamentos se localiza en la porción norte del estado de Chihuahua, y abarca un área de 2,309.2 km^2; en esta zona, al ser la precipitación media anual muy escasa (322 mm) y esporádica, gran porcentaje de ella es utilizada inmediatamente por la vegetación natural y no alcanza a infiltrarse a las capas inferiores del acuífero, por lo que en las zonas bajas de aluvión, se considera que no hay infiltración y ésta ocurre principalmente en las partes altas conformadas por rocas fracturadas. Para este caso, el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de 9.7 hm^3/año.

El acuífero El Cuarenta se localiza en la porción norte del estado de Chihuahua, y abarca un área de 981.9 km^2. El valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de 3.6 hm^3/año, mientras que el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 12,664,230 m^3 anuales.

El acuífero Laguna de Patos, se localiza en la porción norte del estado de Chihuahua, entre los paralelos 30° 12' y 31° 15' de latitud norte y entre los meridianos 105° 52' y 106° 47' de longitud Oeste, cubre una superficie aproximada de 4,083 km2. El acuífero se encuentra parcialmente vedado por el "Acuerdo que establece el Distrito de Riego de El Carmen, en San Buenaventura y

Villa Ahumada, Chihuahua, y declara de utilidad públicas la construcción de las obras que lo formen y la adquisición de los terrenos para alojarlas y operarlas". Publicado en el DOF el 30 de enero de 1957 y clasificado como tipo III, que permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 2 y el usuario principal del agua es el agrícola. En el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido hasta la fecha Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

El acuífero Flores Magón – Villa Ahumada, se localiza en la porción norcentral del estado de Chihuahua, entre los paralelos 29° 25' y 30° 45' de latitud Norte y entre los meridianos 106° 18' y 107°12' de longitud Oeste, cubriendo una superficie de 6742 km2. La mayor parte del territorio del acuífero se encuentra sujeta a las disposiciones del "Acuerdo que establece el Distrito de Riego de El Carmen, en San Buenaventura y Villa Ahumada, Chih., y declara de utilidad pública la construcción de las obras que lo formen y la adquisición de los terrenos para alojarlas y operarlas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 1957. Esta veda se clasifica como tipo III en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. El uso principal del agua subterránea es el agrícola. En el territorio que cubre el acuífero se localiza el Distrito de Riego 089 El Carmen, ubicado en la parte central de la cuenca, aguas abajo de la presa Las Lajas.

El acuífero "Laguna de Santa María" (0818) se localiza en la porción norte del estado de Chihuahua, en los municipios de Nuevo Casas Grandes, Ahumada, Ascensión y Buenaventura; tiene una extensión superficial de 5 317 km² y colinda al norte con los acuíferos Palomas-Guadalupe Victoria y Las Palmas; al noreste con Conejos-Médanos; al este con Laguna de Patos; al sureste con Flores Magón-Villa Ahumada; al sur con Laguna La Vieja; al suroeste con Buenaventura; al oeste con Casas Grandes y al noroeste con el acuífero El Sabinal; todos ellos localizados en el estado de Chihuahua. El acuífero pertenece a la región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo y se encuentra sujeto en un 57% de su superficie a la disposición de decretos de veda para la explotación, uso y aprovechamiento del agua subterránea mediante un acuerdo y dos decretos presidenciales, emitidos en los años de 1957, 1979 y 1981, quedando la superficie complementaria, el 43%, en zona de libre alumbramiento.

El acuífero Laguna La Vieja, se localiza en la porción noroccidental central del estado de Chihuahua, cubriendo una superficie de 1678 km². Una pequeña zona del noroccidente de su territorio se encuentra sujeta a las disposiciones de dos decretos. El primero es el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del Municipio de Galeana y de las zonas no vedadas por el Acuerdo del 16 junio de 1954, publicado en el Diario oficial el 6 de julio del mismo año en los Municipios de Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes, Chih., para el mejor control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo de dichas zonas, que no quedaron incluidas en la veda impuesta", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de marzo de 1981. Este decreto es tipo II, en el que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos y/o abrevadero por medios manuales; mientras que el segundo decreto rige en una pequeña área del extremo suroriental del acuífero y es el "Acuerdo que establece el Distrito de Riego de El Carmen, en San Buenaventura y Villa Ahumada, Chih., y declara de utilidad públicas la construcción de las obras que lo formen y la adquisición de los terrenos para alojarlas y

operarlas" publicado en el DOF el 30 de enero de 1957. Este decreto es tipo III, en las que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. Por otra parte, la superficie restante, aproximadamente el 93% del acuífero, no está regida por decreto de veda alguno. El principal usuario del agua es el agrícola.

El acuífero Buenaventura se localiza en la parte noroeste del estado de Chihuahua. El acuífero cubre una superficie de 3,309 km², que representa cerca del 1.3 % del territorio estatal. En esta zona se localiza el Distrito de Riego No. 42 en la porción noroeste del estado de Chihuahua; su altitud media es de 1,530 msnm. En el año de 1974 abarcaba una superficie de 8,095 ha de las cuales 1,647 ha pertenecen al municipio de Galeana y 6,448 ha al de Buenaventura. Cuenta el distrito con la presa de almacenamiento El Tintero, con una capacidad útil de 122 hm3 y la presa derivadora del Carmen que se encuentran aproximadamente a 20 km y 10 km respectivamente. El distrito distribuye un volumen anual de 54 hm3/año.

El acuífero del valle de Casas Grandes se encuentra ubicado en la porción noroeste del estado de Chihuahua, con una longitud de 75 kilómetros por 42 kilómetros de ancho, aproximadamente, comprendiendo una superficie del orden de 5,258 km2. La recarga al acuífero proviene principalmente de las infiltraciones del agua de lluvia que se precipita tanto en el valle como en los flancos montañosos y a lo largo del cauce de los escurrimientos. Sin embargo, su aporte está limitado por la baja precipitación y alta evaporación. La suma de estos volúmenes arroja un valor de recarga media anual de 180, repartidos como sigue: 93.5 hm3 /año como recarga natural por lluvia, 47 hm3 /año por entrada horizontal, y los restantes 39.5 como recarga inducida. Las salidas del sistema acuífero están integradas por las descargas naturales que tienen lugar a través de la evapotranspiración en las zonas de niveles freáticos someros, las descargas por medio de los manantiales y salidas por flujo subterráneo. Sin embargo, la descarga más importante se produce a través del bombeo que se hace por la gran cantidad de pozos que existe en el valle, por lo que se considera que la descarga del acuífero es igual al volumen de extracción por bombeo. De esta manera, las salidas totales del sistema son del orden de 200 hm3/a. [12]

El acuífero Rio Bacoachi, se ubica en la porción norte del estado de Sonora, entre en las coordenadas 30° 18' y 31° 01' de latitud norte, y 109° 45' y 110° 21'de longitud oeste, cubriendo una superficie de 2324 km2. El acuífero Río Bacoachi pertenece al Organismo de Cuenca "Noroeste". La mayoría del territorio que cubre el acuífero está cubierta por dos decretos de veda. El primero rige en la porción oriental y es el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en diversos municipios del estado de Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de septiembre de 1984. El segundo rige en la porción occidental del acuífero y es el "Decreto por medio del cual se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la Costa de Hermosillo, Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 2 de junio de 1967. Ambas vedas son tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos solo permite extracciones para uso doméstico. Los extremos noreste y sureste de la superficie del acuífero no están regidos por ningún decreto de veda.

[12] https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/chihuahua/chihuahua.html

El acuífero Rio Bacoachi, se ubica en la porción norte del estado de Sonora, entre en las coordenadas 30° 18' y 31° 01' de latitud norte, y 109° 45' y 110° 21'de longitud oeste, cubriendo una superficie de 2324 km2. El acuífero Río Bacoachi pertenece al Organismo de Cuenca "Noroeste". La mayoría del territorio que cubre el acuífero está cubierta por dos decretos de veda. El primero rige en la porción oriental y es el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en diversos municipios del estado de Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de septiembre de 1984. El segundo rige en la porción occidental del acuífero y es el "Decreto por medio del cual se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la Costa de Hermosillo, Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de junio de 1967. Ambas vedas son tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos solo permite extracciones para uso doméstico. Los extremos noreste y sureste de la superficie del acuífero no están regidos por ningún decreto de veda.

El acuífero Río Bavispe, se localiza en la porción norte del Estado de Sonora, cubriendo una superficie de 5,885 km2. Limita al norte con los acuíferos Batevito y Arroyo San Bernardino, al oeste con Villa Hidalgo, Bacadéhuachi y Huásabas; al sur con Nácori Chico, La Norteña, y al este con acuíferos que pertenecen al Estado de Chihuahua: Janos, Casas Grandes e Ignacio Zaragoza. El Acuífero Río Bavispe pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste y se encuentra sujeto a tres decretos de veda, al primero es el "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento, extracción y aprovechamiento de las Aguas del Subsuelo en la parte que corresponde a diversos Municipios del Estado de Sonora", publicado en el DOF el 24 de septiembre de 1984. Clasificado como veda tipo II que indica que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. La zona noreste y centro oriental está sujeta a la disposición del decreto de veda tipo II "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en una superficie comprendida en los límites geopolíticos del Municipio Ascensión y Janos, Estado de Chihuahua, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de abril de 1979. De igual manera, en la porción suroriental del acuífero está en vigor el decreto de veda tipo II "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del Municipio de Galeana y de las zonas no vedadas por el Acuerdo de 16 junio de 1954" publicado en el Diario oficial de la Federación el 27 de marzo de 1981. El resto de la superficie que comprende el acuífero no se encuentra bajo algún decreto de veda.

El acuífero Villa Hidalgo, se localiza en la porción noreste del Estado de Sonora, cubriendo una superficie de 2943 km^2. Limita al norte con el acuífero Batevito, al noroeste con el acuífero Río Frontera, al oeste con el acuífero Cumpas, al este con el acuífero Río Bavispe y al sur con el acuífero Huásabas. El Acuífero Villa Hidalgo pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste y se encuentra sujeto a las disposiciones del "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento, extracción y aprovechamiento de las Aguas del Subsuelo en la parte que corresponde a diversos Municipios del Estado de Sonora", publicado en el DOF el 24 de septiembre de 1984. Clasificado como veda tipo II que indica que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. La porción centro sur, que comprende los municipios

Villa Hidalgo, Bacerac, Huachinera y Huásabas, no se encuentra regido por ningún decreto de veda para aguas subterránea. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2020, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4, y aunque el volumen de extracción es incipiente, los usos principales son el público urbano y el agrícola.

El acuífero Huásabas, se localiza en la porción noreste del Estado de Sonora, cubriendo una superficie de 1130 km^2. Limita al norte con el acuífero Villa Hidalgo, al este con Río Bacadehuachi, al sur con Nácori Chico, al oeste con Río Moctezuma. El acuífero Huásabas pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste. Su territorio no se encuentra regido por ningún decreto de veda para aguas subterráneas. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2020, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4 y aunque el volumen de extracción es incipiente, el uso principal del agua es para abastecimiento de agua potable a los centros de población.

El acuífero Cumpas, se localiza en la porción nor-oriental del Estado de Sonora, cubriendo una superficie de 2415 km2; limita al sur con los acuíferos Huasabas y Río Moctezuma, al este con el Acuífero Villa Hidalgo, al oeste con Río Sonora mientras que al norte con el acuífero Río Bacoachi. Pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste y su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones de dos decretos de veda. El primero de ellos rige en su porción oriental, "Decreto por el cual se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la Costa de Hermosillo", publicado en el DOF el 2 de junio de 1967; y el segundo en la región norte "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento, extracción y aprovechamiento de las Aguas del Subsuelo en la parte que corresponde a diversos Municipios del Estado de Sonora.", publicado en el DOF el 24 de septiembre de 1984. Los usuarios principales del agua son los sectores agrícola y pecuario.

El acuífero Rio Sonora se encuentra localizada en la porción norcentral del Estado de Sonora. Limita al norte, con las Sierras Azul, El Manzanal, Los Ajos y Buenos Aires; al sur, con la Presa El Molinito y Las Sierras Santa Teresa y Mazatlán; al oriente, con las Sierras Igualama, Pinta, Verde, El Bellotal y Santa Margarita; y al poniente, con las Sierras Cobriza, Cucurpe, Madera y Méndez. El área cubre íntegramente la cuenca alta del Río Sonora. Tiene una superficie total de unos 12,615 km2. El acuífero Río Sonora se encuentra dentro de la zona de veda publicada en el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del 2 de junio de 1967, para la apertura de nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas. Esta disposición fue ratificada en el Decreto de fecha 19 de septiembre de 1978. Aparte de la disposición oficial señalada en el inciso anterior, no existen declaratorias de reserva o reglamentos internos. El mayor usuario de este acuífero está representado por el uso agrícola, seguido por el uso público urbano de las poblaciones descritas anteriormente y finalmente por los usuarios del sector pecuario.

El acuífero Río Bacanuchi, se localiza en la porción norte del Estado de Sonora, cubriendo una superficie de 1776 km2. El acuífero Río Bacanuchi pertenece al Organismo de Cuenca "Noroeste". La totalidad del acuífero está sujeto a las disposiciones del "Decreto por medio del cual se amplía la zona de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la Costa de Hermosillo, Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de junio de 1967. Este decreto es tipo II, en el que las capacidades de los mantos acuíferos sólo permiten extracciones para uso doméstico.

El acuífero Río San Miguel, se localiza en la porción centro-norte del Estado de Sonora, entre los paralelos 29°16' a 30°44' de latitud norte y los meridianos 110º 21' a 110°54' de longitud oeste, cubre una superficie de 4,057 km2. El acuífero Río San Miguel pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste. Su territorio completo se encuentra totalmente vedado y sujeto a las disposiciones de dos decretos de veda. Ambas vedas se clasifican como tipo II en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. El usuario principal del agua subterránea es el agrícola.

El acuífero La Tinaja comprende una superficie aproximada de 1,825 km^2, localizado en la porción centro-noroeste del estado de Sonora, limitando con los acuíferos de Magdalena al norte, con Río Zanjón por el sur, con Río San Miguel al este, y por el oeste con parte de Magdalena y Costa de Hermosillo. Todos los municipios que cubren el área donde se localiza el acuífero La Tinaja, cuentan con veda para extracción de agua subterránea tipo 1.

El acuífero Magdalena se encuentra localizado en la porción noroccidental del Estado de Sonora, comprendido dentro de la porción alta de la cuenca del Río Magdalena y cubren una superficie total de unos 9,000 km^2. El acuífero Magdalena se encuentra dentro de la zona de veda publicada en el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del 19 de septiembre de 1978, para la apertura de nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas. Aparte de la disposición oficial señalada en el inciso anterior, no existen declaratorias de reserva o reglamentos internos.

El acuífero Coyotillo se encuentra localizado en la porción noroccidental del Estado de Sonora; esta área queda comprendida dentro de la cuenca del Río Magdalena y Subcuenca del arroyo El Coyotillo. El acuífero ocupa un área de 178.64 km^2 y una zona de 1189.65 km^2, incluyendo el área de recarga. El acuífero Coyotillo se encuentra dentro de la zona de veda Meridiano 110° 00', decretada el 11 de septiembre de 1978, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 19 de septiembre de 1978 y entró en vigor el 20 de septiembre de 1978. Aparte de la disposición oficial señalada en el inciso anterior, no existen declaratorias de reserva o reglamentos internos.

El acuífero Caborca se localiza en la porción noroccidental del estado de Sonora, cubriendo una superficie de 13,242 km^2. El acuífero Caborca pertenece al Organismo de Cuenca Noroeste. El territorio completo que cubre el acuífero está cubierto por dos decretos de veda. El primero rige en la porción central y está sujeto a las disposiciones del "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona que comprende la región de Altar. Pitiquito y Caborca, estado de Sonora", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 18 de octubre de 1962. Este decreto es tipo III, en las que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros. El resto de su superficie está sujeto a las disposiciones del "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del Estado de Sonora, para el mejor control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, en dicha zona", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de septiembre de 1978. Este decreto es tipo II, en las que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. El principal usuario es el agrícola.

El área administrativa del acuífero Arivaipa, se localiza en la Región Hidrológica 8, Sonora Norte, en la porción oeste del estado de Sonora, limita al norte con los acuíferos Puerto Libertad y Caborca, al este y sur con el acuífero Costa de Hermosillo y al oeste con el Océano Pacífico. El acuífero Arivaipa se encuentra en zona de veda denominada Meridiano 110°, publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 19 de septiembre de 1978, y puesta en vigor el día siguiente de su publicación. Donde se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del estado de Sonora, para el mejor control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona. Se establece por causa de interés público veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo, excepto cuando se trate de extracciones para uso doméstico y abrevadero que se realicen por medios manuales, desde la vigencia de este decreto, nadie podrá ejecutar obras de alumbramiento de aguas del subsuelo, dentro de la zona vedada, sin contar previamente con el correspondiente permiso de construcción otorgado por la autoridad correspondiente, ni extraer o aprovechar las mencionadas aguas sin la concesión o asignación que expida también, según el caso, la propia autoridad. No existen decretos de reserva o reglamentos dentro de los límites del acuífero.

El acuífero Puerto Libertad, se localiza en la porción occidental del estado de Sonora, cubriendo una superficie de 2,030 km^2. El acuífero Puerto Libertad pertenece al Organismo de Cuenca "Noroeste". Su territorio se encuentra sujeto a las disposiciones del "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del Estado de Sonora, en la parte oeste del meridiano 110° de Greenwich, del Estado de Sonora, para el mejor control de las extracciones, alumbramiento y aprovechamiento de la aguas del subsuelo, en dicha zona, que no quedaron incluidos en las vedas impuestas en los ordenamientos señalados en el considerando primero de este Decreto", publicado en el DOF el 19 de septiembre de 1978". Este decreto es de tipo II y sólo permite extracciones para usos domésticos. El usuario principal del agua es el sector industrial (CFE) y público urbano.[13]

Calidad del agua subterránea

Respecto a la calidad del agua presente en los acuíferos, se consultaron los indicadores de calidad del agua subterránea de la CONAGUA[14], en donde se localizaron xx puntos de muestreo, los cuales describen la calidad de xx de los xx acuíferos sobre los cuales se ubican el SAR, AI y AP. Estos indicadores presentan clases de semáforo verde, amarillo y rojo, los cuales dan información acerca del cumplimiento de los parámetros analizados, estos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.42. Parámetros de calidad del agua subterránea.

Parámetros analizados	Semáforo de calidad
Agua subterránea	Verde Cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros

[13] https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/sonora/sonora.html
[14] CONAGUA. https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

Parámetros analizados	Semáforo de calidad
Indicadores: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total	analizados.
	Amarillo Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total
	Rojo Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total y Plomo Total

En la siguiente tabla se muestran la superficie del SAR, AI y AP que incide sobre los acuíferos según su calidad, así como las secciones, donde se observa que, la mayor parte de la superficie incide en acuíferos sin disponibilidad de información, sin embargo, del resto de acuíferos para los cuales si hay indicadores se observa que la mayoría presentan una calidad de semáforo verde, es decir, cumplen con todos los parámetros analizados, mientras que sólo el 10.36% de la superficie del SAR, 12.78% del AI y 13.15% del AP se ubica en acuíferos con semáforo rojo, en las secciones 7 a 11 para el caso del AI y AP, y en las secciones 7 a 11, 22 y 23 para el caso del SAR.

Tabla IV.43. Superficie y secciones por semáforo de calidad del agua subterránea.

Semáforo calidad	Superficie		Secciones
	Ha	%	
SAR			
Verde	1,107,686.17	39.22%	4 a 7 y 17 a 27
Amarillo	115,007.73	4.07%	15 a 18
Rojo	292,637.49	10.36%	7 a 11, 22 y 23
Sin indicadores	1,309,118.90	46.35%	1 a 16, 21, 22 y 24 a 27
Total	**2,824,450.29**	**100.00%**	**-**
AI			
Verde	44,283.36	33.95%	4 a 6, 17 a 26
Amarillo	8,906.22	6.83%	15 a 18
Rojo	16,675.24	12.78%	7 a 11
Sin indicadores	60,565.35	46.44%	1 a 4, 6, 7, 11 a 16, 21, 22, 25 a 27
Total	**130,430.16**	**100.00%**	**-**

Semáforo calidad	Superficie		Secciones
	Ha	%	
AP			
Verde	690.19	33.60%	4 a 6, 17 a 26
Amarillo	146.81	7.15%	15 a 18
Rojo	270.17	13.15%	7 a 11
Sin indicadores	947.17	46.11%	1 a 4, 6, 7, 11 a 16, 21, 22, 25 a 27
Total	**2,054.34**	**100.00%**	**-**

En la siguiente figura se observa la ubicación del SAR, AI y AP sobre los acuíferos, así mismo se muestran los sitios con indicadores de calidad del agua subterránea.

Figura IV.57. Hidrología subterránea del **AI**, área del **Proyecto** y **SAR**.



Vinculación

El Proyecto podría afectar o interactuar con la hidrología tanto subterránea como superficial en el caso de un accidente por derrame de hidrocarburos o aceites usados por la maquinaria y equipo o de los diferentes tipos de residuos que se generen durante la ejecución del Proyecto. Asimismo,

puede haber afectación a la tasa de infiltración por la pérdida de vegetación por el desmonte, durante las actividades de preparación del sitio y construcción, cuya afectación será mayor en la zona entre las secciones 9 y 20 por las condiciones de vegetación y precipitación.

Una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el AP, del total precipitado (8,281,317.57 m³/año), la evaporación será del 77.94% (6,454,590.77 m³/año), el escurrimiento será del 8.83% (731,240.34 m³/año) y la infiltración será del 13.23% (1,095,486.46 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 369,518.98 m³/año, lo que representa el 25.22% del total que se infiltra en condiciones actuales; en el AI esta disminución representa el 0.45% y en el SAR es el 0.02%.

IV.2.1.7. Balance hídrico

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los cálculos realizados por sección para estimar el balance hídrico en el SAR, AI y AP, de acuerdo con los totales obtenidos, se tiene que actualmente en el SAR del volumen total de agua que se precipita el 78.74% se pierde en evapotranspiración, el 6.55% se escurre y sólo el 14.71% se infiltra, porcentaje que equivale a 1,511,665,589.59 m³/año; mientras que, en el AI del 100% de la precipitación, el 77.94% se evapora, el 6.32% se escurre y el 15.74% se infiltra, este último equivale a 82,785,623.85 m³/año; finalmente, en el AP en condiciones actuales, del total precipitado, 77.94% se evapora, 4.37% se escurre y 17.69% se infiltra, infiltración que equivale a 1,465,005.43 m³/año.

Mientras que una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el AP, del total precipitado (8,281,317.57 m³/año), la evaporación será del 77.94% (6,454,590.77 m³/año), el escurrimiento será del 8.83% (731,240.34 m³/año) y la infiltración será del 13.23% (1,095,486.46 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 369,518.98 m³/año, lo que representa el 25.22% del total que se infiltra en condiciones actuales; en el AI esta disminución representa el 0.45% y en el SAR es el 0.02%.

Tabla IV.44. Resumen de resultados del balance hídrico en el SAR, AI y AP.

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
Sección 1	Precipitación	204,369,235.17	100.00%	15,922,809.45	100.00%	242,387.58	100.0%	242,387.58	100.00%
	Evotranspiración (Et)	161,758,940.75	79.15%	12,602,957.53	79.15%	191,850.59	79.2%	191,850.59	79.15%
	Escurrimiento (Es)	12,357,763.29	6.05%	962,632.20	6.05%	10,587.30	4.4%	21,402.82	8.83%
	Infiltración (I)	30,252,531.13	14.80%	2,357,219.72	14.80%	39,949.69	16.5%	29,134.17	12.02%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	30,241,715.60	0.04%	2,346,404.20	0.46%	-	-	10,815.53	27.07%
Sección 2	Precipitación	298,813,052.43	100.00%	15,296,015.32	100.00%	235,387.49	100.0%	235,387.49	100.00%
	Evotranspiración (Et)	236,511,541.49	79.15%	12,106,847.85	79.15%	186,309.99	79.2%	186,309.99	79.15%
	Escurrimiento (Es)	20,933,066.03	7.01%	1,119,680.77	7.32%	10,281.54	4.4%	20,784.72	8.83%
	Infiltración (I)	41,368,444.90	13.84%	2,069,486.70	13.53%	38,795.96	16.5%	28,292.78	12.02%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	41,357,941.72	0.03%	2,058,983.52	0.51%	-	-	10,503.18	27.07%
Sección 3	Precipitación	522,506,997.96	100.00%	15,536,077.91	100.00%	239,110.04	100.0%	239,110.04	100.00%
	Evotranspiración (Et)	413,566,055.85	79.15%	12,296,858.21	79.15%	189,256.40	79.2%	189,256.40	79.15%
	Escurrimiento (Es)	36,889,660.11	7.06%	1,008,440.76	6.49%	10,444.14	4.4%	21,113.42	8.83%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
	Infiltración (I)	72,051,282.01	13.79%	2,230,778.95	14.36%	39,409.50	16.5%	28,740.22	12.02%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	72,040,612.73	0.01%	2,220,109.67	0.48%	-	-	10,669.28	27.07%
Sección 4	Precipitación	382,885,317.65	100.00%	14,054,280.01	100.00%	237,130.33	100.0%	237,130.33	100.00%
	Evotranspiración (Et)	303,055,023.72	79.15%	11,124,010.16	79.15%	187,689.46	79.2%	187,689.46	79.15%
	Escurrimiento (Es)	26,555,225.51	6.94%	851,257.97	6.06%	10,357.66	4.4%	20,938.61	8.83%
	Infiltración (I)	53,275,068.41	13.91%	2,079,011.88	14.79%	39,083.21	16.5%	28,502.26	12.02%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	53,264,487.47	0.02%	2,068,430.94	0.51%	-	-	10,580.94	27.07%
Sección 5	Precipitación	442,994,051.69	100.00%	16,292,875.11	100.00%	259,273.05	100.0%	259,273.05	100.00%
	Evotranspiración (Et)	350,631,289.98	79.15%	12,895,865.75	79.15%	205,215.49	79.2%	205,215.49	79.15%
	Escurrimiento (Es)	31,422,072.24	7.09%	1,243,835.13	7.63%	11,324.84	4.4%	22,893.81	8.83%
	Infiltración (I)	60,940,689.46	13.76%	2,153,174.24	13.22%	42,732.71	16.5%	31,163.74	12.02%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	60,929,120.49	0.02%	2,141,605.27	0.54%	-	-	11,568.97	27.07%
Sección 6	Precipitación	234,063,692.18	100.00%	16,252,713.89	100.00%	249,921.22	100.0%	249,921.22	100.00%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
	Evotranspiración (Et)	185,262,203.89	79.15%	12,864,078.01	79.15%	197,813.49	79.2%	197,813.49	79.15%
	Escurrimiento (Es)	16,822,862.68	7.19%	1,098,514.91	6.76%	10,916.36	4.4%	22,068.04	8.83%
	Infiltración (I)	31,978,625.60	13.66%	2,290,120.97	14.09%	41,191.37	16.5%	30,039.69	12.02%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	31,967,473.92	0.03%	2,278,969.29	0.49%	-	-	11,151.68	27.07%
Sección 7	Precipitación	290,414,319.58	100.00%	16,235,343.04	100.00%	249,836.25	100.0%	249,836.25	100.00%
	Evotranspiración (Et)	229,863,916.04	79.15%	12,850,328.92	79.15%	197,746.24	79.2%	197,746.24	79.15%
	Escurrimiento (Es)	20,370,921.47	7.01%	1,145,816.56	7.06%	10,912.65	4.4%	22,060.54	8.83%
	Infiltración (I)	40,179,482.07	13.84%	2,239,197.56	13.79%	41,177.36	16.5%	30,029.47	12.02%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	40,168,334.18	0.03%	2,228,049.66	0.50%	-	-	11,147.89	27.07%
Sección 8	Precipitación	443,448,043.87	100.00%	16,682,312.37	100.00%	257,994.87	100.0%	257,994.87	100.00%
	Evotranspiración (Et)	347,909,912.83	78.46%	13,088,211.62	78.46%	202,411.48	78.5%	202,411.48	78.46%
	Escurrimiento (Es)	31,068,068.52	7.01%	1,122,541.45	6.73%	11,269.01	4.4%	22,780.95	8.83%
	Infiltración (I)	64,470,062.52	14.54%	2,471,559.30	14.82%	44,314.38	17.2%	32,802.45	12.71%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	64,458,550.58	0.02%	2,460,047.36	0.47%	-	-	11,511.94	25.98%
Sección 9	Precipitación	248,923,663.76	100.00%	16,780,238.70	100.00%	289,840.23	100.0%	289,840.23	100.00%
	Evotranspiración (Et)	195,294,604.08	78.46%	13,165,040.33	78.46%	227,395.95	78.5%	227,395.95	78.46%
	Escurrimiento (Es)	15,402,341.81	6.19%	1,137,014.74	6.78%	12,659.99	4.4%	25,592.89	8.83%
	Infiltración (I)	38,226,717.87	15.36%	2,478,183.63	14.77%	49,784.29	17.2%	36,851.39	12.71%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	38,213,784.97	0.03%	2,465,250.73	0.52%	-	-	12,932.90	25.98%
Sección 10	Precipitación	252,332,747.62	100.00%	22,550,177.39	100.00%	362,168.45	100.0%	362,168.45	100.00%
	Evotranspiración (Et)	193,105,113.60	76.53%	17,257,191.58	76.53%	277,160.14	76.5%	277,160.14	76.53%
	Escurrimiento (Es)	10,011,617.30	3.97%	870,951.01	3.86%	15,819.23	4.4%	31,979.47	8.83%
	Infiltración (I)	49,216,016.72	19.50%	4,422,034.80	19.61%	69,189.08	19.1%	53,028.84	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	49,199,856.48	0.03%	4,405,874.56	0.37%	-	-	16,160.24	23.36%
Sección 11	Precipitación	302,498,677.86	100.00%	23,552,213.10	100.00%	367,218.39	100.0%	367,218.39	100.00%
	Evotranspiración (Et)	231,496,078.50	76.53%	18,024,029.10	76.53%	281,024.75	76.5%	281,024.75	76.53%
	Escurrimiento (Es)	10,661,855.38	3.52%	764,459.71	3.25%	16,039.81	4.4%	32,425.38	8.83%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
	Infiltración (I)	60,340,743.98	19.95%	4,763,724.29	20.23%	70,153.83	19.1%	53,768.25	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	60,324,358.40	0.03%	4,747,338.71	0.35%	-	-	16,385.58	23.36%
Sección 12	Precipitación	172,040,771.29	100.00%	26,660,084.44	100.00%	414,023.04	100.0%	414,023.04	100.00%
	Evotranspiración (Et)	131,659,299.07	76.53%	20,402,419.75	76.53%	316,843.40	76.5%	316,843.40	76.53%
	Escurrimiento (Es)	5,875,462.98	3.42%	887,152.86	3.33%	18,084.20	4.4%	36,558.23	8.83%
	Infiltración (I)	34,506,009.25	20.06%	5,370,511.83	20.14%	79,095.44	19.1%	60,621.40	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	34,487,535.21	0.05%	5,352,037.79	0.35%	-	-	18,474.04	23.36%
Sección 13	Precipitación	222,727,996.22	100.00%	23,728,102.08	100.00%	370,746.24	100.0%	370,746.24	100.00%
	Evotranspiración (Et)	170,449,200.19	76.53%	18,158,633.35	76.53%	283,724.55	76.5%	283,724.55	76.53%
	Escurrimiento (Es)	10,022,842.52	4.50%	1,311,017.15	5.53%	16,193.90	4.4%	32,736.89	8.83%
	Infiltración (I)	42,255,953.52	18.97%	4,258,451.57	17.95%	70,827.79	19.1%	54,284.80	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	42,239,410.52	0.04%	4,241,908.58	0.39%	-	-	16,542.99	23.36%
	Precipitación	352,534,337.94	100.00%	26,358,633.77	100.00%	410,971.31	100.0%	410,971.31	100.00%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
Sección 14	Evotranspiración (Et)	269,787,350.30	76.53%	20,171,725.69	76.53%	314,507.98	76.5%	314,507.98	76.53%
	Escurrimiento (Es)	21,972,819.34	6.23%	1,599,089.18	6.07%	17,950.90	4.4%	36,288.77	8.83%
	Infiltración (I)	60,774,168.30	17.24%	4,587,818.90	17.41%	78,512.44	19.1%	60,174.57	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	60,755,830.44	0.03%	4,569,481.03	0.40%	-	-	18,337.87	23.36%
Sección 15	Precipitación	288,112,466.23	100.00%	25,718,078.57	100.00%	404,976.47	100.0%	404,976.47	100.00%
	Evotranspiración (Et)	220,486,603.68	76.53%	19,681,521.84	76.53%	309,920.25	76.5%	309,920.25	76.53%
	Escurrimiento (Es)	19,384,507.61	6.73%	1,502,601.80	5.84%	17,689.05	4.4%	35,759.42	8.83%
	Infiltración (I)	48,241,354.94	16.74%	4,533,954.93	17.63%	77,367.17	19.1%	59,296.80	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	48,223,284.57	0.04%	4,515,884.56	0.40%	-	-	18,070.37	23.36%
Sección 16	Precipitación	237,535,705.99	100.00%	17,856,176.41	100.00%	282,678.53	100.0%	282,678.53	100.00%
	Evotranspiración (Et)	181,781,238.94	76.53%	13,664,968.21	76.53%	216,328.13	76.5%	216,328.13	76.53%
	Escurrimiento (Es)	18,493,400.79	7.79%	1,323,358.20	7.41%	12,347.17	4.4%	24,960.51	8.83%
	Infiltración (I)	37,261,066.26	15.69%	2,867,850.00	16.06%	54,003.23	19.1%	41,389.89	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	37,248,452.91	0.03%	2,855,236.66	0.44%	-	-	12,613.34	23.36%
Sección 17	Precipitación	375,895,360.90	100.00%	27,081,803.71	100.00%	458,297.37	100.0%	458,297.37	100.00%
	Evotranspiración (Et)	287,665,065.48	76.53%	20,725,152.92	76.53%	350,725.65	76.5%	350,725.65	76.53%
	Escurrimiento (Es)	30,209,614.17	8.04%	2,066,733.35	7.63%	20,018.06	4.4%	40,467.66	8.83%
	Infiltración (I)	58,020,681.24	15.44%	4,289,917.43	15.84%	87,553.66	19.1%	67,104.07	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	58,000,231.65	0.04%	4,269,467.84	0.48%	-	-	20,449.59	23.36%
Sección 18	Precipitación	245,232,943.64	100.00%	27,437,643.19	100.00%	422,852.55	100.0%	422,852.55	100.00%
	Evotranspiración (Et)	187,671,778.18	76.53%	20,997,469.63	76.53%	323,600.45	76.5%	323,600.45	76.53%
	Escurrimiento (Es)	18,346,059.38	7.48%	1,978,123.22	7.21%	18,469.86	4.4%	37,337.88	8.83%
	Infiltración (I)	39,215,106.07	15.99%	4,462,050.34	16.26%	80,782.24	19.1%	61,914.22	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	39,196,238.05	0.05%	4,443,182.32	0.42%	-	-	18,868.02	23.36%
Sección 19	Precipitación	267,749,849.32	100.00%	27,491,378.33	100.00%	422,943.47	100.0%	422,943.47	100.00%
	Evotranspiración (Et)	204,903,507.60	76.53%	21,038,592.04	76.53%	323,670.02	76.5%	323,670.02	76.53%
	Escurrimiento (Es)	22,102,699.86	8.25%	2,386,014.18	8.68%	18,473.83	4.4%	37,345.91	8.83%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
	Infiltración (I)	40,743,641.87	15.22%	4,066,772.11	14.79%	80,799.61	19.1%	61,927.54	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	40,724,769.79	0.05%	4,047,900.03	0.47%	-	-	18,872.07	23.36%
Sección 20	Precipitación	347,538,296.01	100.00%	27,442,761.53	100.00%	422,698.30	100.0%	422,698.30	100.00%
	Evotranspiración (Et)	265,963,981.15	76.53%	21,001,386.59	76.53%	323,482.40	76.5%	323,482.40	76.53%
	Escurrimiento (Es)	28,625,203.80	8.24%	2,100,522.72	7.65%	18,463.13	4.4%	37,324.26	8.83%
	Infiltración (I)	52,949,111.06	15.24%	4,340,852.21	15.82%	80,752.77	19.1%	61,891.64	14.64%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	52,930,249.92	0.04%	4,321,991.08	0.44%	-	-	18,861.13	23.36%
Sección 21	Precipitación	276,330,685.06	100.00%	17,149,808.45	100.00%	287,310.16	100.0%	287,310.16	100.00%
	Evotranspiración (Et)	221,594,576.77	80.19%	13,752,741.73	80.19%	230,399.22	80.2%	230,399.22	80.19%
	Escurrimiento (Es)	18,114,274.88	6.56%	1,100,119.34	6.41%	12,549.48	4.4%	25,369.49	8.83%
	Infiltración (I)	36,621,833.41	13.25%	2,296,947.37	13.39%	44,361.46	15.4%	31,541.46	10.98%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	36,609,013.40	0.04%	2,284,127.36	0.56%	-	-	12,820.01	28.90%
	Precipitación	196,488,902.15	100.00%	15,401,818.48	100.00%	244,300.75	100.0%	244,300.75	100.00%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
Sección 22	Evotranspiración (Et)	157,568,006.26	80.19%	12,350,996.94	80.19%	195,909.19	80.2%	195,909.19	80.19%
	Escurrimiento (Es)	12,629,562.39	6.43%	1,006,968.34	6.54%	10,670.86	4.4%	21,571.76	8.83%
	Infiltración (I)	26,291,333.50	13.38%	2,043,853.19	13.27%	37,720.70	15.4%	26,819.80	10.98%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	26,280,432.60	0.04%	2,032,952.29	0.54%	-	-	10,900.89	28.90%
Sección 23	Precipitación	407,572,664.84	100.00%	14,608,037.43	100.00%	225,661.56	100.0%	225,661.56	100.00%
	Evotranspiración (Et)	326,839,895.29	80.19%	11,714,449.56	80.19%	180,962.09	80.2%	180,962.09	80.19%
	Escurrimiento (Es)	26,260,356.82	6.44%	924,459.40	6.33%	9,856.72	4.4%	19,925.92	8.83%
	Infiltración (I)	54,472,412.73	13.37%	1,969,128.47	13.48%	34,842.75	15.4%	24,773.56	10.98%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	54,462,343.53	0.02%	1,959,059.27	0.51%	-	-	10,069.20	28.90%
Sección 24	Precipitación	449,377,503.30	100.00%	15,238,771.14	100.00%	234,412.51	100.0%	234,412.51	100.00%
	Evotranspiración (Et)	360,363,951.74	80.19%	12,220,246.33	80.19%	187,979.64	80.2%	187,979.64	80.19%
	Escurrimiento (Es)	27,727,537.30	6.17%	947,657.81	6.22%	10,238.95	4.4%	20,698.62	8.83%
	Infiltración (I)	61,286,014.25	13.64%	2,070,866.99	13.59%	36,193.92	15.4%	25,734.25	10.98%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	61,275,554.58	0.02%	2,060,407.32	0.51%	-	-	10,459.67	28.90%
Sección 25	Precipitación	593,713,487.03	100.00%	14,303,169.23	100.00%	220,081.24	100.0%	220,081.24	100.00%
	Evotranspiración (Et)	476,109,588.97	80.19%	11,469,970.24	80.19%	176,487.13	80.2%	176,487.13	80.19%
	Escurrimiento (Es)	36,282,749.34	6.11%	870,594.75	6.09%	9,612.97	4.4%	19,433.17	8.83%
	Infiltración (I)	81,321,148.73	13.70%	1,962,604.25	13.72%	33,981.14	15.4%	24,160.94	10.98%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	81,311,328.53	0.01%	1,952,784.05	0.50%	-	-	9,820.20	28.90%
Sección 26	Precipitación	1,094,189,481.94	100.00%	14,947,831.73	100.00%	229,776.90	100.0%	229,776.90	100.00%
	Evotranspiración (Et)	877,450,345.80	80.19%	11,986,936.76	80.19%	184,262.25	80.2%	184,262.25	80.19%
	Escurrimiento (Es)	67,745,348.64	6.19%	915,162.45	6.12%	10,036.47	4.4%	20,289.30	8.83%
	Infiltración (I)	148,993,787.50	13.62%	2,045,732.52	13.69%	35,478.17	15.4%	25,225.35	10.98%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	148,983,534.68	0.01%	2,035,479.69	0.50%	-	-	10,252.83	28.90%
Sección 27	Precipitación	1,128,900,420.38	100.00%	15,300,667.33	100.00%	239,319.26	100.0%	239,319.26	100.00%
	Evotranspiración (Et)	905,285,675.46	80.19%	12,269,882.01	80.19%	191,914.44	80.2%	191,914.44	80.19%
	Escurrimiento (Es)	77,202,442.63	6.84%	966,965.62	6.32%	10,453.27	4.4%	21,131.89	8.83%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
	Infiltración (I)	146,412,302.29	12.97%	2,063,819.71	13.49%	36,951.54	15.4%	26,272.92	10.98%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.0%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	146,401,623.68	0.01%	2,053,141.09	0.52%	-	-	10,678.62	28.90%
TOTAL	Precipitación	10,279,190,672.01	100.00%	525,879,822.10	100.00%	8,281,317.57	100.00%	8,281,317.57	100.00%
	Evotranspiración (Et)	8,094,034,745.62	78.74%	409,882,512.65	77.94%	6,454,590.77	77.94%	6,454,590.77	77.94%
	Escurrimiento (Es)	673,490,336.80	6.55%	33,211,685.60	6.32%	361,721.37	4.37%	731,240.34	8.83%
	Infiltración (I)	1,511,665,589.59	14.71%	82,785,623.85	15.74%	1,465,005.43	17.69%	1,095,486.46	13.23%
	Balance hidrológico (BH)	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	1,511,296,070.62	0.02%	82,416,104.87	0.45%	-	-	369,518.98	25.22%

IV.2.1.8. Vulnerabilidad al cambio climático

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2022) y la Ley General de Cambio Climático la vulnerabilidad la vulnerabilidad se define como el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos”. La vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa.

El Atlas referido contiene los siguientes 6 tipos de vulnerabilidad, de las cuales en este estudio se describen las 2 primeras, dado que es la que podría presentar alguna relación con el Proyecto, no así las otras que son más útiles en el sector agropecuario.

- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones.
- Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves.
- Vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones.
- Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico.
- Vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

Como se observa en la siguiente tabla y figura, el SAR se ubica sobre municipios con vulnerabilidad baja y media a inundaciones, sin embargo, también se observa que los municipios sobre los cuales se ubican las secciones 12 a 19 no fueron evaluados por lo cual se desconoce su clase de vulnerabilidad.

Tabla IV.45. Vulnerabilidad a inundaciones de los municipios evaluados por sección en el SAR, AI y AP.

SAR		AI		AP	
Municipios	Secciones	Municipios	Secciones	Municipios	Secciones
Media vulnerabilidad Chihuahua: Buenaventura y Galeana. Sonora: Trincheras, Hermosillo, Santa Ana, Benjamín Hill y Opodepe.	5 a 9 y 20 a 26	**Media vulnerabilidad** Chihuahua: Buenaventura y Galeana. Sonora: Trincheras, y Santa Ana.	6 a 9 y 20 a 24	**Media vulnerabilidad** Chihuahua: Buenaventura y Galeana. Sonora: Trincheras, y Santa Ana.	6 a 8 y 20 a 24
Baja vulnerabilidad Chihuahua: Nuevo Casas Grandes, Ahumada, Ignacio Zaragoza, Guadalupe y Madera. Sonora: Caborca, Magdalena y Pitiquito	1 a 9, 11, 20, 21, 24 a 27	**Baja vulnerabilidad** Chihuahua: Nuevo Casas Grandes, Ahumada y Guadalupe. Sonora: Pitiquito	1 a 6, 8, 9, 24 a 27	**Baja vulnerabilidad** Chihuahua: Nuevo Casas Grandes, Ahumada y Guadalupe. Sonora: Pitiquito	1 a 6, 8, 9, 24 a 27

SAR		AI		AP	
Municipios	Secciones	Municipios	Secciones	Municipios	Secciones
No evaluados Chihuahua: Casas Grandes y Janos. Sonora: Arizpe, Bacadéhuachi, Bacerac, Cucurpe, Cumpas, Huásabas, Huachinera, Nacozari de García y Villa Hidalgo.	9 a 20	**No evaluados** Chihuahua: Casas Grandes. Sonora: Arizpe, Bacerac, Cucurpe, Cumpas, Huásabas, Huachinera y Villa Hidalgo.	9 a 20	**No evaluados** Chihuahua: Casas Grandes. Sonora: Arizpe, Bacerac, Cucurpe, Cumpas, Huásabas, Huachinera y Villa Hidalgo.	9 a 20

Figura IV.58. Rangos de vulnerabilidad a inundaciones (Secciones 1 a 11).



Figura IV.59. Rangos de vulnerabilidad a inundaciones (Secciones 12 a 27).



Así mismo, en la siguiente tabla y figuras se observa que, en el SAR, AI y AP hay presencia de municipios de vulnerabilidad alta, media y baja a deslaves; donde las secciones de mayor vulnerabilidad son la 12 a 17 y 19 a 23.

Tabla IV.46. Vulnerabilidad a deslaves de los municipios evaluados por sección en el SAR, AI y AP.

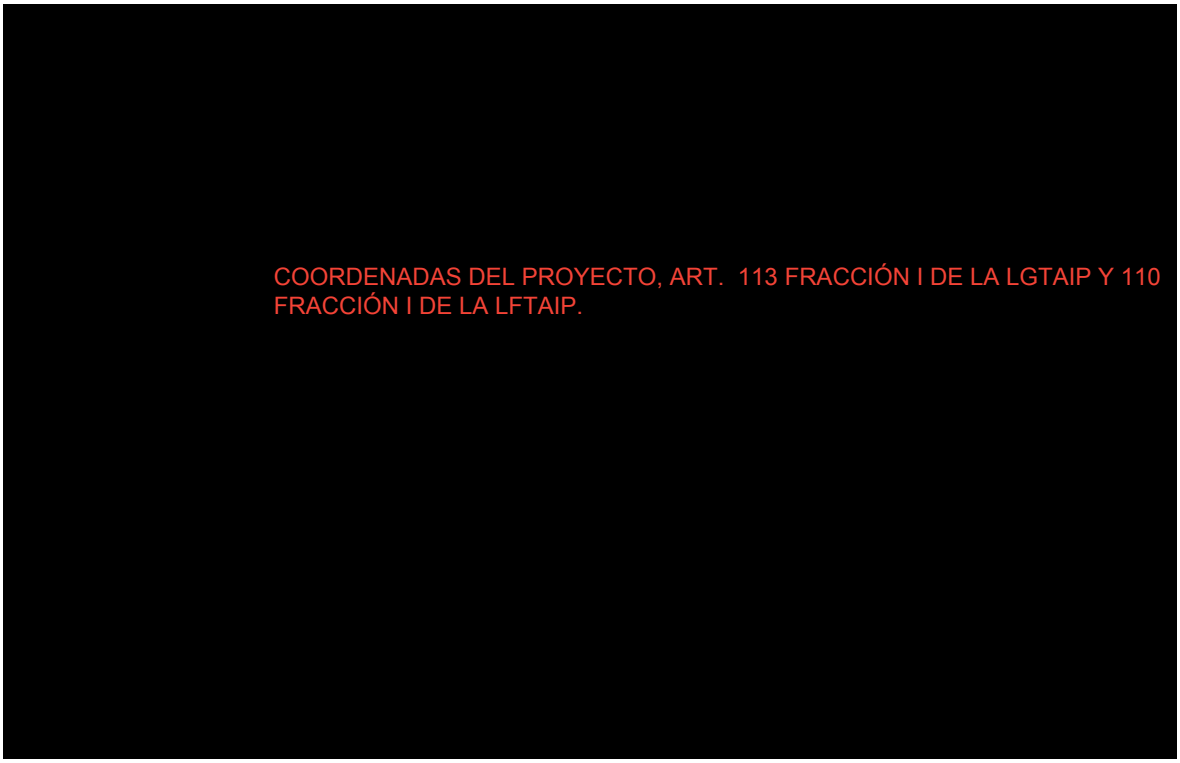
SAR		AI		AP	
Municipios	Secciones	Municipios	Secciones	Municipios	Secciones
Alta vulnerabilidad Sonora: Huachinera, Villa Hidalgo, Cumpas, Cucurpe, Opodepe y Benjamín Hill.	12 a 17 y 19 a 23	**Alta vulnerabilidad** Sonora: Huachinera, Villa Hidalgo, Cumpas y Cucurpe.	12 a 17 y 19 a 20	**Alta vulnerabilidad** Sonora: Huachinera, Villa Hidalgo, Cumpas y Cucurpe.	12 a 17 y 19 a 20
Media vulnerabilidad Chihuahua: Guadalupe, Buenaventura, Galeana, Ignacio Zaragoza y Madera. Sonora: Bacadéhuachi, Huásabas, Magdalena, Santa Ana, Trincheras, Oquitoa y Hermosillo.	1, 2, 5, 6, 7 a 9, 11, 13 a 16, 20 a 26.	**Media vulnerabilidad** Chihuahua: Guadalupe, Buenaventura, Galeana. Sonora: Huásabas, Santa Ana, Trincheras y Hermosillo.	1, 2, 6, 7 a 9, 15, 20 a 26.	**Media vulnerabilidad** Chihuahua: Guadalupe, Buenaventura, Galeana. Sonora: Huásabas, Santa Ana, Trincheras y Hermosillo.	1, 2, 6, 7, 8, 15, 20 a 26.
Baja vulnerabilidad Chihuahua: Ahumada y Janos. Sonora: Pitiquito.	1 a 7, 11 y 24 a 27.	**Baja vulnerabilidad** Chihuahua: Ahumada. Sonora: Pitiquito.	1 a 6 y 24 a 27.	**Baja vulnerabilidad** Chihuahua: Ahumada. Sonora: Pitiquito.	2 a 6 y 24 a 27.

SAR		AI		AP	
Municipios	Secciones	Municipios	Secciones	Municipios	Secciones
No evaluados Chihuahua: Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes. Sonora: Bacerac, Nacozari de García, Arizpe, Tubutama y Caborca.	7 a 19, 23 y 25 a 27	**No evaluados** Chihuahua: Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes. Sonora: Bacerac y Arizpe.	8 a 12, 17 a 19	**No evaluados** Chihuahua: Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes. Sonora: Bacerac y Arizpe.	8 a 12, 17 a 19

Figura IV.60. Vulnerabilidad a deslaves (Secciones 1 a 11).



Figura IV.61. Vulnerabilidad a deslaves (Secciones 12 a 27).



IV.2.2. Medio biótico

IV.2.2.1. Uso de suelo y vegetación

IV.2.2.1.1. Identificación y superficies de USV

La vegetación es generalmente la principal porción biótica visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al medio, dándole un comportamiento fenológico sucesional a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII del **INEGI**, escala 1: 250,000, el **SAR, AI** y **AP** tienen incidencia en usos de suelo agrícola, y vegetación árida, semiárida y templada, destacando el tipo de vegetación de matorral desértico micrófilo, la cual ocupa cerca de la mitad de la superficie del SAR, AI y AP, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.47. Uso de suelo y vegetación presente en el SAR, AI y AP, de acuerdo con el INEGI.

CLAVE	Descripción	SAR		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
ADV	Desprovisto de vegetación	877.54	0.03%	5.95	0.00%	-	-
AH	Asentamientos humanos	2,028.51	0.07%	-	-	-	-
BG	Bosque de galería	589.09	0.02%	13.77	0.01%	-	-
BJ	Bosque de táscate	4,452.90	0.16%	854.04	0.65%	10.45	0.51%
BP	Bosque de pino	4,808.91	0.17%	-	-	-	-
BPQ	Bosque de pino-encino	34,412.44	1.22%	3,431.07	2.63%	47.10	2.29%
BQ	Bosque de encino	132,108.71	4.68%	12,576.87	9.64%	189.34	9.22%
BQP	Bosque de encino-pino	41,264.71	1.46%	4,233.97	3.25%	70.34	3.42%
DV	Sin vegetación aparente	5,265.48	0.19%	40.21	0.03%	-	-
H2O	Cuerpo de agua	654.58	0.02%	-	-	-	-
MDM	Matorral desértico micrófilo	1,259,863.48	44.61%	58,265.65	44.67%	925.04	45.03%
MDR	Matorral desértico rosetófilo	36,121.85	1.28%	2,223.56	1.70%	34.88	1.70%
MK	Bosque de mezquite	1,426.83	0.05%	61.83	0.05%	0.77	0.04%
MKX	Mezquital xerófilo	95,970.55	3.40%	3,685.85	2.83%	50.89	2.48%
MSC	Matorral sarcocaule	201,372.56	7.13%	1,093.02	0.84%	12.07	0.59%
MST	Matorral subtropical	4,802.43	0.17%	-	-	-	-
PC	Pastizal cultivado	48,119.42	1.70%	1,119.71	0.86%	16.04	0.78%
PH	Pastizal halófilo	73,980.86	2.62%	4,314.17	3.31%	69.07	3.36%
PI	Pastizal inducido	91,015.78	3.22%	2,305.00	1.77%	44.13	2.15%
PN	Pastizal natural	176,493.09	6.25%	15,172.32	11.63%	246.10	11.98%
RA	Agricultura de riego anual	60,745.65	2.15%	1,922.64	1.47%	23.21	1.13%
RAP	Agricultura de riego anual y permanente	1,494.33	0.05%	-	-	-	-
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	31,797.62	1.13%	659.48	0.51%	15.36	0.75%
RP	Agricultura de riego permanente	1,570.31	0.06%	-	-	-	-

CLAVE	Descripción	SAR		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
RS	Agricultura de riego semipermanente	72.48	0.00%	-	-	-	-
TA	Agricultura de temporal anual	8,442.44	0.30%	309.09	0.24%	5.26	0.26%
VD	Vegetación de desiertos arenosos	75,426.52	2.67%	1.36	0.00%	-	-
VG	Vegetación de galería	4,677.60	0.17%	523.74	0.40%	9.81	0.48%
VH	Vegetación halófila xerófila	38,674.44	1.37%	2,916.06	2.24%	44.32	2.16%
VHH	Vegetación halófila hidrófila	429.44	0.02%	-	-	-	-
VSa/BG	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	451.77	0.02%	81.51	0.06%	0.87	0.04%
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	1,736.52	0.06%	-	-	-	-
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	14,808.41	0.52%	842.75	0.65%	12.66	0.62%
VSa/BQP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	1,845.65	0.07%	-	-	-	-
VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	150,008.58	5.31%	6,052.85	4.64%	113.86	5.54%
VSa/MK	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	6,926.52	0.25%	594.02	0.46%	9.61	0.47%
VSa/MKX	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	29,254.85	1.04%	1,279.92	0.98%	27.41	1.33%
VSa/MSC	Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule	1,591.40	0.06%	-	-	-	-
VSa/MST	Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	6,489.30	0.23%	-	-	-	-
VSa/PN	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	171,233.77	6.06%	5,849.76	4.48%	75.74	3.69%
VSa/VH	Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	606.67	0.02%	-	-	-	-
VU	Vegetación de dunas costeras	536.27	0.02%	-	-	-	-
Total general		2,824,450.29	100.00%	130,430.16	100.00%	2,054.34	100.00%

No obstante, se señala que en ocasiones la cartografía del INEGI por la escala a la cual se presenta, en ciertas zonas no corresponde con el uso de suelo o tipo de vegetación existente, lo cual se pudo apreciar con el muestreo y recorridos realizados en el sitio; por lo tanto, se realizó la corrección del uso de suelo y vegetación tanto del SAR, como del AI y principalmente del AP conforme a las características observadas en los sitios de muestreo y recorridos realizados en campo, tomando como base el Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI)**, a partir del cual se realizaron las correcciones en aquellas zonas en donde se detectó un uso de suelo o tipo de vegetación diferente al señalado por la cartografía.

A partir de dicho análisis se obtuvieron los usos de suelo y vegetación presentes en el área de estudio, cuyas superficies se presentan en la siguiente tabla de forma general para el SAR, AI y AP; y posteriormente se detalla por sección.

Tabla IV.48. Uso de suelo y vegetación observado en campo.

USV Agrupado*	Clave USV	Descripción USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
ADV	ADV	Desprovisto de vegetación	912.92	0.03%	11.72	0.01%	-	-
AH	AH	Asentamientos humanos	2,028.51	0.07%	-	-	-	-
BG	BG	Bosque de galería	589.09	0.02%	13.77	0.01%	-	-
	VSa/BG	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	451.77	0.02%	81.51	0.06%	0.87	0.04%
BJ	BJ	Bosque de táscate	4,655.86	0.16%	1,044.04	0.80%	19.77	0.96%
BP	BP	Bosque de pino	4,808.91	0.17%	-	-	-	-
BPQ	BPQ	Bosque de pino-encino	34,703.83	1.23%	3,431.07	2.63%	47.10	2.29%
	VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	1,736.52	0.06%	-	-	-	-
BQ	BQ	Bosque de encino	180,766.35	6.40%	16,214.87	12.43%	225.22	10.96%
	VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	34,185.47	1.21%	4,870.28	3.73%	77.98	3.80%
BQP	BQP	Bosque de encino-pino	41,264.71	1.46%	4,233.97	3.25%	70.34	3.42%
	VSa/BQP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	1,845.65	0.07%	-	-	-	-
DV	DV	Sin vegetación aparente	4,351.81	0.15%	40.21	0.03%	-	-
H2O	H2O	Cuerpo de agua	654.58	0.02%	-	-	-	-
MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	686,376.38	24.30%	43,858.16	33.63%	706.88	34.41%
	VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	157,691.12	5.58%	7,222.47	5.54%	135.74	6.61%
MDR	MDR	Matorral desértico rosetófilo	44,537.70	1.58%	2,277.03	1.75%	34.88	1.70%
	VSa/MDR	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	34,905.75	1.24%	2,604.31	2.00%	34.79	1.69%
MK	MK	Bosque de mezquite	1,426.83	0.05%	61.83	0.05%	0.77	0.04%

USV Agrupado*	Clave USV	Descripción USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	VSa/MK	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	6,926.52	0.25%	594.02	0.46%	9.61	0.47%
MKX	MKX	Mezquital xerófilo	83,647.74	2.96%	3,875.58	2.97%	60.14	2.93%
	VSa/MKX	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	21,724.61	0.77%	533.12	0.41%	11.15	0.54%
MSC	MSC	Matorral sarcocaule	790,327.52	27.98%	14,458.89	11.09%	221.55	10.78%
	VSa/MSC	Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule	22,195.95	0.79%	-	-	-	-
MST	MST	Matorral subtropical	4,393.45	0.16%	-	-	-	-
	VSa/MST	Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	6,489.30	0.23%	-	-	-	-
PC	PC	Pastizal cultivado	18,693.58	0.66%	678.73	0.52%	10.89	0.53%
PH	PH	Pastizal halófilo	73,980.87	2.62%	4,314.17	3.31%	69.07	3.36%
PI	PI	Pastizal inducido	72,658.90	2.57%	1,144.55	0.88%	20.86	1.02%
PN	PN	Pastizal natural	120,027.28	4.25%	9,454.56	7.25%	169.94	8.27%
	VSa/PN	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	127,111.49	4.50%	2,933.77	2.25%	36.52	1.78%
RA	RA	Agricultura de riego anual	60,632.84	2.15%	1,905.57	1.46%	22.59	1.10%
RAP	RAP	Agricultura de riego anual y permanente	1,494.33	0.05%	-	-	-	-
RAS	RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	31,797.62	1.13%	659.48	0.51%	15.36	0.75%
RP	RP	Agricultura de riego permanente	1,570.31	0.06%	-	-	-	-
RS	RS	Agricultura de riego semipermanente	72.48	0.00%	-	-	-	-
TA	TA	Agricultura de temporal anual	8,400.09	0.30%	309.09	0.24%	5.26	0.26%
VD	VD	Vegetación de desiertos	87,279.96	3.09%	1.36	0.00%	-	-

USV Agrupado*	Clave USV	Descripción USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
		arenosos						
VG	VG	Vegetación de galería	5,178.25	0.18%	685.98	0.53%	2.73	0.13%
VH	VH	Vegetación halófila xerófila	40,381.07	1.43%	2,916.06	2.24%	44.32	2.16%
	VSa/VH	Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	606.67	0.02%	-	-	-	-
VHH	VHH	Vegetación halófila hidrófila	429.44	0.02%	-	-	-	-
VU	VU	Vegetación de dunas costeras	536.27	0.02%	-	-	-	-
Total general			2,824,450.29	100.00%	130,430.16	100.00%	2,054.34	100.00%

*Agrupa tanto la vegetación primaria como la vegetación secundaria de cada tipo de vegetación.
Nota: El porcentaje obtenido en esta tabla es respecto al total del SAR, AI y AP, según corresponda.

Como se observa en la tabla anterior, en el SAR domina la vegetación de MDM y el MSC, las cuales en conjunto suman el 58.65% de la superficie total del SAR; mientras que, en el AI y en el AP dominan la vegetación de MDM y BQ, las cuales en conjunto ocupan el 55.33% y 55.78% de cada zona, respectivamente.

En la siguiente tabla se presenta el desglose de USV observado por sección en el SAR, AI y AP.

Tabla IV.49. Uso de suelo y vegetación observado en campo por sección.

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
Sección 01	Agricultura de riego anual	RA	53.41	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de galería	BG	51.75	0.00%	13.77	0.01%	-	-
	Cuerpo de agua	H2O	27.30	0.00%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	30,164.24	1.07%	2,605.21	2.00%	34.89	1.70%
	Matorral desértico rosetófilo	MDR	32,348.59	1.15%	2,223.56	1.70%	34.88	1.70%
	Pastizal halófilo	PH	388.74	0.01%	-	-	-	-
	Pastizal inducido	PI	925.26	0.03%	181.06	0.14%	7.07	0.34%
	Vegetación de galería	VG	268.45	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de	VSa/BG	451.77	0.02%	81.51	0.06%	0.87	0.04%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	galería							
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	844.43	0.03%	-	-	-	-
Total Sección 01			65,523.96	2.32%	5,105.10	3.91%	77.71	3.78%
Sección 02	Agricultura de riego anual	RA	5,249.69	0.19%	319.76	0.25%	5.49	0.27%
	Agricultura de temporal anual	TA	2,089.34	0.07%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	54,385.90	1.93%	3,303.83	2.53%	46.15	2.25%
	Matorral desértico rosetófilo	MDR	1,288.87	0.05%	-	-	-	-
	Pastizal halófilo	PH	10,267.86	0.36%	1,280.55	0.98%	23.83	1.16%
	Pastizal inducido	PI	1,407.06	0.05%	-	-	-	-
	Sin vegetación aparente	DV	197.93	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación de desiertos arenosos	VD	5,230.90	0.19%	-	-	-	-
	Vegetación de galería	VG	51.81	0.00%	-	-	-	-
	Vegetación halófila xerófila	VH	1,778.01	0.06%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	11,808.69	0.42%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	2,048.07	0.07%	-	-	-	-
Total Sección 02			95,804.12	3.39%	4,904.14	3.76%	75.47	3.67%
Sección 03	Agricultura de riego anual	RA	12,064.04	0.43%	72.25	0.06%	0.88	0.04%
	Matorral desértico micrófilo	MDM	64,650.60	2.29%	1,919.08	1.47%	31.38	1.53%
	Matorral desértico rosetófilo	MDR	10,900.24	0.39%	53.47	0.04%	-	-
	Mezquital xerófilo	MKX	36.60	0.00%	-	-	-	-
	Pastizal halófilo	PH	13,451.43	0.48%	458.27	0.35%	5.41	0.26%
	Pastizal inducido	PI	5,725.12	0.20%	144.32	0.11%	2.44	0.12%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Pastizal natural	PN	774.07	0.03%	-	-	-	-
	Sin vegetación aparente	DV	93.29	0.00%	-	-	-	-
	Vegetación de desiertos arenosos	VD	19,642.14	0.70%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	15,703.99	0.56%	1,229.39	0.94%	21.79	1.06%
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	VSa/MDR	14,860.71	0.53%	1,104.33	0.85%	14.76	0.72%
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	9,621.65	0.34%	-	-	-	-
Total Sección 03			167,523.89	5.93%	4,981.11	3.82%	76.66	3.73%
Sección 04	Agricultura de riego anual	RA	712.32	0.03%	-	-	-	-
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	10,117.04	0.36%	-	-	-	-
	Agricultura de riego permanente	RP	155.95	0.01%	-	-	-	-
	Asentamientos humanos	AH	394.14	0.01%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	35,171.05	1.25%	1,007.67	0.77%	16.30	0.79%
	Pastizal halófilo	PH	8,051.07	0.29%	721.02	0.55%	11.48	0.56%
	Pastizal inducido	PI	1,593.22	0.06%	75.88	0.06%	-	-
	Pastizal natural	PN	466.14	0.02%	-	-	-	-
	Sin vegetación aparente	DV	796.29	0.03%	-	-	-	-
	Vegetación de desiertos arenosos	VD	11,206.32	0.40%	-	-	-	-
	Vegetación halófila xerófila	VH	5,709.58	0.20%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	14,298.70	0.51%	1,201.48	0.92%	28.22	1.37%
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral	VSa/MDR	20,045.04	0.71%	1,499.98	1.15%	20.03	0.97%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	desértico rosetófilo							
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	14,042.15	0.50%	-	-	-	-
Total Sección 04			122,759.00	4.35%	4,506.02	3.45%	76.03	3.70%
Sección 05	Agricultura de riego anual	RA	3,015.70	0.11%	92.15	0.07%	-	-
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	8,793.06	0.31%	-	-	-	-
	Agricultura de riego semipermanente	RS	72.48	0.00%	-	-	-	-
	Asentamientos humanos	AH	51.81	0.00%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	58,546.04	2.07%	1,991.28	1.53%	32.43	1.58%
	Mezquital xerófilo	MKX	737.85	0.03%	-	-	-	-
	Pastizal halófilo	PH	3,634.19	0.13%	-	-	-	-
	Pastizal inducido	PI	5,471.12	0.19%	71.27	0.05%	1.15	0.06%
	Pastizal natural	PN	1,452.58	0.05%	-	-	-	-
	Vegetación halófila xerófila	VH	17,797.94	0.63%	1,971.17	1.51%	31.27	1.52%
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	VSa/MK	3,513.44	0.12%	594.02	0.46%	9.61	0.47%
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	5,247.81	0.19%	277.98	0.21%	6.91	0.34%
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	33,585.79	1.19%	225.89	0.17%	1.75	0.09%
	Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	VSa/VH	110.98	0.00%	-	-	-	-
Total Sección 05			142,030.80	5.03%	5,223.75	4.01%	83.13	4.05%
Sección 06	Agricultura de riego anual	RA	12,227.71	0.43%	94.57	0.07%	-	-
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	1,809.85	0.06%	-	-	-	-

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Matorral desértico micrófilo	MDM	30,316.48	1.07%	3,120.48	2.39%	50.44	2.46%
	Mezquital xerófilo	MKX	19.00	0.00%	-	-	-	-
	Pastizal halófilo	PH	8,413.98	0.30%	708.69	0.54%	10.13	0.49%
	Pastizal inducido	PI	2,694.43	0.10%	-	-	-	-
	Pastizal natural	PN	955.57	0.03%	-	-	-	-
	Vegetación halófila xerófila	VH	492.38	0.02%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	VSa/MK	366.40	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	8,429.18	0.30%	585.97	0.45%	10.85	0.53%
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	9,181.86	0.33%	701.17	0.54%	8.71	0.42%
	Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	VSa/VH	137.63	0.00%	-	-	-	-
Total Sección 06			75,044.47	2.66%	5,210.87	4.00%	80.13	3.90%
Sección 07	Agricultura de riego anual	RA	2,423.71	0.09%	6.72	0.01%	-	-
	Bosque de mezquite	MK	582.75	0.02%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	43,787.88	1.55%	3,616.39	2.77%	58.45	2.85%
	Mezquital xerófilo	MKX	512.74	0.02%	-	-	-	-
	Pastizal halófilo	PH	16,415.94	0.58%	982.33	0.75%	13.36	0.65%
	Pastizal inducido	PI	301.46	0.01%	-	-	-	-
	Pastizal natural	PN	1,703.42	0.06%	-	-	-	-
	Sin vegetación aparente	DV	659.81	0.02%	-	-	-	-
	Vegetación de galería	VG	577.32	0.02%	151.25	0.12%	2.05	0.10%
	Vegetación halófila xerófila	VH	1,823.50	0.06%	448.61	0.34%	6.24	0.30%
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de	VSa/MK	1,283.80	0.05%	-	-	-	-

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	mezquite							
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	9,931.41	0.35%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	VSa/MKX	877.95	0.03%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	12,229.65	0.43%	-	-	-	-
Total Sección 07			93,111.36	3.30%	5,205.30	3.99%	80.10	3.90%
Sección 08	Agricultura de riego anual	RA	5,230.00	0.19%	112.02	0.09%	-	-
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	1,329.07	0.05%	-	-	-	-
	Agricultura de riego permanente	RP	1,414.36	0.05%	-	-	-	-
	Agricultura de temporal anual	TA	121.00	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de encino	BQ	3,332.28	0.12%	-	-	-	-
	Bosque de encino-pino	BQP	213.93	0.01%	-	-	-	-
	Bosque de mezquite	MK	161.84	0.01%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	15,181.96	0.54%	1,827.45	1.40%	37.31	1.82%
	Mezquital xerófilo	MKX	8,187.57	0.29%	-	-	-	-
	Pastizal halófilo	PH	10,638.47	0.38%	163.30	0.13%	4.87	0.24%
	Pastizal inducido	PI	29,763.05	1.05%	287.99	0.22%	4.24	0.21%
	Pastizal natural	PN	12,101.27	0.43%	1,062.73	0.81%	13.94	0.68%
	Vegetación de desiertos arenosos	VD	710.19	0.03%	-	-	-	-
	Vegetación de galería	VG	628.16	0.02%	149.24	0.11%	-	-
	Vegetación halófila xerófila	VH	5,713.55	0.20%	317.84	0.24%	4.33	0.21%
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de	VSa/BQP	280.35	0.01%	-	-	-	-

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	encino-pino							
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	VSa/MK	828.75	0.03%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	7,361.07	0.26%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	VSa/MKX	9,073.12	0.32%	533.12	0.41%	11.15	0.54%
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	23,315.57	0.83%	660.43	0.51%	3.26	0.16%
	Vegetación secundaria arbustiva de vegetación halófila xerófila	VSa/VH	358.06	0.01%	-	-	-	-
Total Sección 08			135,943.61	4.81%	5,114.14	3.92%	79.09	3.85%
Sección 09	Agricultura de riego anual	RA	141.63	0.01%	-	-	-	-
	Agricultura de riego anual y permanente	RAP	1,469.90	0.05%	-	-	-	-
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	1,350.54	0.05%	203.63	0.16%	3.00	0.15%
	Agricultura de temporal anual	TA	181.46	0.01%	-	-	-	-
	Asentamientos humanos	AH	97.36	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de encino	BQ	4,252.21	0.15%	113.58	0.09%	-	-
	Bosque de encino-pino	BQP	4,876.36	0.17%	-	-	-	-
	Bosque de pino-encino	BPQ	1,053.82	0.04%	-	-	-	-
	Cuerpo de agua	H2O	341.24	0.01%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	5,868.62	0.21%	478.40	0.37%	7.94	0.39%
	Pastizal halófilo	PH	2,719.19	0.10%	-	-	-	-
	Pastizal inducido	PI	2,877.95	0.10%	-	-	-	-
	Pastizal natural	PN	28,023.01	0.99%	2,846.57	2.18%	52.87	2.57%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Vegetación halófila xerófila	VH	289.45	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	VSa/BQ	2,290.37	0.08%	76.77	0.06%	0.86	0.04%
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	VSa/BQP	416.13	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	VSa/MK	934.13	0.03%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	860.18	0.03%	81.14	0.06%	1.38	0.07%
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	18,266.59	0.65%	1,344.07	1.03%	22.80	1.11%
Total Sección 09			76,310.14	2.70%	5,144.16	3.94%	88.85	4.33%
Sección 10	Agricultura de temporal anual	TA	1,588.77	0.06%	68.80	0.05%	1.29	0.06%
	Bosque de encino	BQ	14,299.54	0.51%	720.90	0.55%	7.45	0.36%
	Bosque de encino-pino	BQP	19,086.64	0.68%	2,730.08	2.09%	47.81	2.33%
	Bosque de pino-encino	BPQ	6,744.18	0.24%	202.34	0.16%	-	-
	Pastizal natural	PN	5,008.07	0.18%	551.99	0.42%	12.10	0.59%
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	VSa/BQ	332.93	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	VSa/BQP	154.78	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	VSa/BPQ	611.61	0.02%	-	-	-	-
Total Sección 10			47,826.53	1.69%	4,274.10	3.28%	68.64	3.34%
Sección 11	Agricultura de temporal anual	TA	2,538.34	0.09%	136.87	0.10%	3.09	0.15%
	Bosque de encino	BQ	13,872.08	0.49%	214.96	0.16%	2.90	0.14%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Bosque de encino-pino	BQP	12,956.67	0.46%	1,467.38	1.13%	22.53	1.10%
	Bosque de pino	BP	4,808.91	0.17%	-	-	-	-
	Bosque de pino-encino	BPQ	20,463.21	0.72%	2,584.76	1.98%	38.55	1.88%
	Bosque de táscate	BJ	3.92	0.00%	-	-	-	-
	Pastizal inducido	PI	624.40	0.02%	60.05	0.05%	2.52	0.12%
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino-pino	VSa/BQP	994.39	0.04%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	VSa/BPQ	1,072.93	0.04%	-	-	-	-
Total Sección 11			57,334.85	2.03%	4,464.03	3.42%	69.60	3.39%
Sección 12	Agricultura de temporal anual	TA	171.09	0.01%	-	-	-	-
	Bosque de encino	BQ	24,277.78	0.86%	4,177.31	3.20%	66.86	3.25%
	Bosque de encino-pino	BQP	1,314.76	0.05%	32.31	0.02%	-	-
	Bosque de galería	BG	22.87	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de pino-encino	BPQ	4,386.57	0.16%	498.29	0.38%	8.38	0.41%
	Pastizal natural	PN	2,435.11	0.09%	345.18	0.26%	3.23	0.16%
Total Sección 12			32,608.18	1.15%	5,053.09	3.87%	78.47	3.82%
Sección 13	Agricultura de riego anual	RA	229.76	0.01%	-	-	-	-
	Agricultura de temporal anual	TA	155.56	0.01%	-	-	-	-
	Asentamientos humanos	AH	131.58	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de encino	BQ	28,238.37	1.00%	2,491.35	1.91%	37.55	1.83%
	Bosque de encino-pino	BQP	1,199.81	0.04%	-	-	-	-
	Bosque de galería	BG	255.12	0.01%	-	-	-	-
	Bosque de pino-encino	BPQ	2,056.05	0.07%	145.68	0.11%	0.16	0.01%
	Bosque de táscate	BJ	4,651.94	0.16%	1,044.04	0.80%	19.77	0.96%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Matorral desértico micrófilo	MDM	921.24	0.03%	155.02	0.12%	1.86	0.09%
	Pastizal natural	PN	4,323.90	0.15%	661.28	0.51%	10.93	0.53%
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	VSa/BPQ	51.98	0.00%	-	-	-	-
Total Sección 13			42,215.31	1.49%	4,497.37	3.45%	70.27	3.42%
Sección 14	Agricultura de riego anual	RA	279.74	0.01%	-	-	-	-
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	1,353.78	0.05%	-	-	-	-
	Agricultura de temporal anual	TA	561.12	0.02%	-	-	-	-
	Asentamientos humanos	AH	102.71	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de encino	BQ	28,972.72	1.03%	2,170.10	1.66%	33.34	1.62%
	Bosque de encino-pino	BQP	18.63	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de mezquite	MK	452.81	0.02%	61.83	0.05%	0.77	0.04%
	Cuerpo de agua	H2O	2.67	0.00%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	31,227.32	1.11%	2,764.02	2.12%	43.79	2.13%
	Pastizal cultivado	PC	381.71	0.01%	-	-	-	-
	Pastizal natural	PN	3,465.27	0.12%	-	-	-	-
Total Sección 14			66,818.49	2.37%	4,995.95	3.83%	77.89	3.79%
Sección 15	Agricultura de riego anual	RA	28.93	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de encino	BQ	22,832.95	0.81%	2,467.17	1.89%	29.76	1.45%
	Bosque de encino-pino	BQP	1,020.99	0.04%	-	-	-	-
	Bosque de mezquite	MK	229.43	0.01%	-	-	-	-
	Cuerpo de agua	H2O	3.17	0.00%	-	-	-	-
	Desprovisto de vegetación	ADV	97.40	0.00%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	11,301.19	0.40%	1,375.05	1.05%	27.08	1.32%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Matorral subtropical	MST	488.38	0.02%	-	-	-	-
	Pastizal natural	PN	11,996.00	0.42%	1,032.31	0.79%	19.91	0.97%
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	VSa/BQ	120.38	0.00%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical	VSa/MST	6,489.30	0.23%	-	-	-	-
Total Sección 15			54,608.12	1.93%	4,874.54	3.74%	76.76	3.74%
Sección 16	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	22.05	0.00%	15.87	0.01%	-	-
	Agricultura de temporal anual	TA	417.00	0.01%	65.31	0.05%	0.88	0.04%
	Bosque de encino	BQ	8,646.27	0.31%	847.33	0.65%	14.50	0.71%
	Bosque de encino-pino	BQP	576.92	0.02%	4.21	0.00%	-	-
	Desprovisto de vegetación	ADV	38.51	0.00%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	17,185.27	0.61%	1,978.22	1.52%	30.46	1.48%
	Mezquital xerófilo	MKX	683.46	0.02%	43.51	0.03%	2.51	0.12%
	Pastizal cultivado	PC	61.45	0.00%	-	-	-	-
	Pastizal natural	PN	11,002.79	0.39%	91.37	0.07%	0.08	0.00%
	Vegetación de galería	VG	647.21	0.02%	11.06	0.01%	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	VSa/BQ	5,252.72	0.19%	327.53	0.25%	5.15	0.25%
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	119.04	0.00%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	VSa/MKX	369.25	0.01%	-	-	-	-
Total Sección 16			45,021.93	1.59%	3,384.42	2.59%	53.58	2.61%
Sección	Agricultura de riego anual	RA	188.86	0.01%	-	-	-	-

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
17	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	2,959.92	0.10%	274.69	0.21%	11.11	0.54%
	Agricultura de temporal anual	TA	445.02	0.02%	-	-	-	-
	Asentamientos humanos	AH	67.89	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de encino	BQ	9,586.93	0.34%	1,055.19	0.81%	11.73	0.57%
	Cuerpo de agua	H2O	190.23	0.01%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	35,412.08	1.25%	2,687.65	2.06%	46.47	2.26%
	Mezquital xerófilo	MKX	3,601.72	0.13%	263.50	0.20%	2.83	0.14%
	Pastizal cultivado	PC	435.83	0.02%	147.54	0.11%	2.63	0.13%
	Pastizal natural	PN	17,613.63	0.62%	704.44	0.54%	12.10	0.59%
	Vegetación de galería	VG	81.53	0.00%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	230.88	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	VSa/MKX	431.76	0.02%	-	-	-	-
Total Sección 17			71,246.28	2.52%	5,133.02	3.94%	86.86	4.23%
Sección 18	Agricultura de riego anual	RA	1,294.63	0.05%	117.71	0.09%	2.52	0.12%
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	60.23	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de encino	BQ	9,723.11	0.34%	865.34	0.66%	13.94	0.68%
	Cuerpo de agua	H2O	11.79	0.00%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	14,665.53	0.52%	1,680.20	1.29%	23.48	1.14%
	Matorral subtropical	MST	3,905.07	0.14%	-	-	-	-
	Mezquital xerófilo	MKX	23.62	0.00%	23.62	0.02%	2.13	0.10%
	Pastizal inducido	PI	384.10	0.01%	-	-	-	-
	Pastizal natural	PN	3,719.52	0.13%	47.40	0.04%	0.02	0.00%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Sin vegetación aparente	DV	69.42	0.00%	-	-	-	-
	Vegetación de galería	VG	403.89	0.01%	46.58	0.04%	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	VSa/BQ	12,219.93	0.43%	2,419.61	1.86%	38.06	1.85%
Total Sección 18			46,480.85	1.65%	5,200.46	3.99%	80.15	3.90%
Sección 19	Agricultura de riego anual	RA	433.42	0.02%	48.31	0.04%	0.97	0.05%
	Bosque de encino	BQ	7,856.65	0.28%	523.92	0.40%	3.40	0.17%
	Desprovisto de vegetación	ADV	171.19	0.01%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	19,737.41	0.70%	1,856.53	1.42%	28.76	1.40%
	Matorral sarcocaule	MSC	2,434.35	0.09%	161.97	0.12%	1.85	0.09%
	Mezquital xerófilo	MKX	1,116.82	0.04%	192.92	0.15%	1.75	0.08%
	Pastizal inducido	PI	1,071.17	0.04%	-	-	-	-
	Pastizal natural	PN	9,012.95	0.32%	1,159.19	0.89%	23.47	1.14%
	Vegetación de galería	VG	225.50	0.01%	30.31	0.02%	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	VSa/BQ	7,743.31	0.27%	1,237.50	0.95%	19.97	0.97%
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	945.88	0.03%	-	-	-	-
Total Sección 19			50,748.64	1.80%	5,210.65	3.99%	80.16	3.90%
Sección 20	Agricultura de riego anual	RA	1,272.98	0.05%	-	-	-	-
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	633.72	0.02%	165.28	0.13%	1.25	0.06%
	Agricultura de temporal anual	TA	50.62	0.00%	-	-	-	-
	Asentamientos humanos	AH	48.58	0.00%	-	-	-	-
	Bosque de encino	BQ	4,875.47	0.17%	567.73	0.44%	3.80	0.18%
	Matorral desértico micrófilo	MDM	35,828.68	1.27%	1,865.76	1.43%	33.76	1.64%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Matorral sarcocaule	MSC	4,928.20	0.17%	347.64	0.27%	5.28	0.26%
	Mezquital xerófilo	MKX	1,151.28	0.04%	253.37	0.19%	0.78	0.04%
	Pastizal cultivado	PC	72.73	0.00%	-	-	-	-
	Pastizal inducido	PI	794.74	0.03%	4.39	0.00%	-	-
	Pastizal natural	PN	5,722.99	0.20%	952.09	0.73%	21.29	1.04%
	Vegetación de galería	VG	391.45	0.01%	234.10	0.18%	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	VSa/BQ	6,225.83	0.22%	808.86	0.62%	13.95	0.68%
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	VSa/PN	3,874.29	0.14%	2.22	0.00%	-	-
Total Sección 20			65,871.55	2.33%	5,201.43	3.99%	80.12	3.90%
Sección 21	Agricultura de riego anual	RA	4,212.17	0.15%	382.83	0.29%	5.96	0.29%
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	2,411.99	0.09%	-	-	-	-
	Agricultura de temporal anual	TA	80.78	0.00%	38.11	0.03%	-	-
	Asentamientos humanos	AH	731.89	0.03%	-	-	-	-
	Bosque de galería	BG	60.44	0.00%	-	-	-	-
	Desprovisto de vegetación	ADV	388.88	0.01%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	51,468.33	1.82%	3,550.14	2.72%	60.13	2.93%
	Matorral sarcocaule	MSC	4,375.92	0.15%	-	-	-	-
	Mezquital xerófilo	MKX	6,768.45	0.24%	696.76	0.53%	8.86	0.43%
	Pastizal cultivado	PC	1,999.10	0.07%	36.32	0.03%	-	-
	Pastizal inducido	PI	2,840.70	0.10%	153.83	0.12%	0.47	0.02%
	Pastizal natural	PN	250.98	0.01%	-	-	-	-
	Sin vegetación aparente	DV	22.12	0.00%	-	-	-	-
	Vegetación de galería	VG	1,021.05	0.04%	63.44	0.05%	0.69	0.03%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	4,526.98	0.16%	329.60	0.25%	11.86	0.58%
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	VSa/MKX	3,448.50	0.12%	-	-	-	-
Total Sección 21			84,608.29	3.00%	5,251.01	4.03%	87.97	4.28%
Sección 22	Agricultura de riego anual	RA	3,711.49	0.13%	651.39	0.50%	6.77	0.33%
	Agricultura de riego anual y semipermanente	RAS	956.36	0.03%	-	-	-	-
	Desprovisto de vegetación	ADV	35.38	0.00%	5.77	0.00%	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	27,020.16	0.96%	3,017.87	2.31%	48.07	2.34%
	Matorral sarcocaule	MSC	10,760.22	0.38%	-	-	-	-
	Mezquital xerófilo	MKX	2,559.32	0.09%	637.29	0.49%	14.47	0.70%
	Pastizal cultivado	PC	37.72	0.00%	2.80	0.00%	-	-
	Pastizal inducido	PI	1,888.26	0.07%	165.76	0.13%	2.97	0.14%
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	13,188.63	0.47%	234.92	0.18%	2.53	0.12%
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	VSa/MKX	4.40	0.00%	-	-	-	-
Total Sección 22			60,161.94	2.13%	4,715.80	3.62%	74.80	3.64%
Sección 23	Agricultura de riego anual	RA	6,639.01	0.24%	7.86	0.01%	-	-
	Asentamientos humanos	AH	163.94	0.01%	-	-	-	-
	Bosque de galería	BG	198.91	0.01%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	41,207.35	1.46%	1,324.64	1.02%	22.13	1.08%
	Matorral sarcocaule	MSC	17,270.61	0.61%	24.10	0.02%	-	-
	Mezquital xerófilo	MKX	595.82	0.02%	-	-	-	-
	Pastizal cultivado	PC	2,226.05	0.08%	492.07	0.38%	8.26	0.40%

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Pastizal inducido	PI	10,502.99	0.37%	-	-	-	-
	Sin vegetación aparente	DV	447.01	0.02%	40.21	0.03%	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	45,540.92	1.61%	2,583.88	1.98%	38.70	1.88%
Total Sección 23			124,792.61	4.42%	4,472.76	3.43%	69.09	3.36%
Sección 24	Agricultura de riego anual	RA	232.46	0.01%	-	-	-	-
	Cuerpo de agua	H2O	78.18	0.00%	-	-	-	-
	Desprovisto de vegetación	ADV	170.64	0.01%	5.95	0.00%	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	43,462.50	1.54%	1,733.29	1.33%	25.58	1.25%
	Matorral sarcocaule	MSC	63,500.72	2.25%	2,228.52	1.71%	32.70	1.59%
	Mezquital xerófilo	MKX	3,929.91	0.14%	-	-	-	-
	Pastizal cultivado	PC	745.39	0.03%	-	-	-	-
	Pastizal inducido	PI	405.72	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	19,268.72	0.68%	698.12	0.54%	13.49	0.66%
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	VSa/MKX	5,798.39	0.21%	-	-	-	-
Total Sección 24			137,592.62	4.87%	4,665.88	3.58%	71.77	3.49%
Sección 25	Agricultura de riego anual	RA	176.83	0.01%	-	-	-	-
	Agricultura de riego anual y permanente	RAP	24.44	0.00%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	17,452.87	0.62%	-	-	-	-
	Matorral sarcocaule	MSC	126,519.07	4.48%	3,587.31	2.75%	52.68	2.56%
	Mezquital xerófilo	MKX	27,250.40	0.96%	792.10	0.61%	14.70	0.72%
	Pastizal cultivado	PC	6,999.43	0.25%	-	-	-	-
	Pastizal inducido	PI	759.95	0.03%	-	-	-	-

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Vegetación de galería	VG	881.88	0.03%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	VSa/MKX	1,721.25	0.06%	-	-	-	-
Total Sección 25			181,786.13	6.44%	4,379.41	3.36%	67.39	3.28%
Sección 26	Matorral desértico micrófilo	MDM	1,345.62	0.05%	-	-	-	-
	Matorral sarcocaule	MSC	288,172.89	10.20%	3,980.44	3.05%	63.04	3.07%
	Mezquital xerófilo	MKX	18,826.23	0.67%	596.36	0.46%	7.31	0.36%
	Pastizal cultivado	PC	5,383.50	0.19%	-	-	-	-
	Pastizal inducido	PI	1,923.26	0.07%	-	-	-	-
	Vegetación de desiertos arenosos	VD	131.06	0.00%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	VSa/MDM	330.48	0.01%	-	-	-	-
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule	VSa/MSC	18,911.30	0.67%	-	-	-	-
Total Sección 26			335,024.34	11.86%	4,576.80	3.51%	70.35	3.42%
Sección 27	Agricultura de riego anual	RA	814.34	0.03%	-	-	-	-
	Asentamientos humanos	AH	238.60	0.01%	-	-	-	-
	Desprovisto de vegetación	ADV	10.92	0.00%	-	-	-	-
	Matorral desértico micrófilo	MDM	68.05	0.00%	-	-	-	-
	Matorral sarcocaule	MSC	272,365.54	9.64%	4,128.90	3.17%	65.99	3.21%
	Mezquital xerófilo	MKX	7,646.95	0.27%	376.14	0.29%	4.80	0.23%
	Pastizal cultivado	PC	350.65	0.01%	-	-	-	-
	Pastizal inducido	PI	704.94	0.02%	-	-	-	-
	Sin vegetación aparente	DV	2,065.93	0.07%	-	-	-	-
	Vegetación de desiertos arenosos	VD	50,359.36	1.78%	1.36	0.00%	-	-

Sección	Descripción	Clave USV	SAR		AI		AP	
			Ha	%	Ha	%	Ha	%
	Vegetación de dunas costeras	VU	536.27	0.02%	-	-	-	-
	Vegetación halófila hidrófila	VHH	429.44	0.02%	-	-	-	-
	Vegetación halófila xerófila	VH	6,776.66	0.24%	178.44	0.14%	2.48	0.12%
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral sarcocaule	VSa/MSC	3,284.64	0.12%	-	-	-	-
Total Sección 27			345,652.30	12.24%	4,684.83	3.59%	73.28	3.57%
		Suma	2,824,450.29	100.00 %	130,430.16	100.00 %	2,054.34	100.00 %

Nota: El porcentaje obtenido en esta tabla es respecto al total del SAR, AI y AP, según corresponda.

Los mapas que muestran la distribución de los diferentes tipos de vegetación en el SAR, AI y AP se presentan en el **Anexo IV.3** de este estudio.

Vinculación

Con el desarrollo del Proyecto se modificará el uso de suelo y vegetación, afectando una superficie total de 2,054.34 ha, de las cuales 1,979.39 ha comprende vegetación forestal, la cual será afectada por remoción de 14 tipos de vegetación: bosque de galería, bosque de táscate, bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque de encino-pino, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, bosque de mezquite, mezquital xerófilo, matorral sarcocaule, pastizal halófilo, pastizal natural, vegetación de galería y vegetación halófila xerófila; de las cuales la de mayor superficie es la vegetación de matorral desértico micrófilo, la cual ocupa 842.62 ha.

IV.2.2.1.2. Descripción de USV

En seguida se presenta la descripción de los diferentes tipos de vegetación forestal. Para determinar cuáles de los USV que se clasifican como vegetación forestal se consultaron las siguientes definiciones contenidas en el Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

- Terreno forestal: es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales.
- Terreno preferentemente forestal: Aquel que habiendo estado cubierto por vegetación forestal y que en la actualidad no está cubierto por dicha vegetación, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía, cuya pendiente es mayor al 5 por ciento en una extensión superior a 38 metros de longitud y puede incorporarse al uso forestal, siempre y cuando no se encuentre bajo un uso aparente.

- Vegetación forestal: es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.
- Servicios forestales: Las actividades realizadas para ordenar, cultivar, proteger, conservar, restaurar y aprovechar los recursos y servicios ambientales de un ecosistema forestal, así como la asesoría y capacitación a los propietarios o poseedores de recursos forestales para su gestión; la asesoría y acompañamiento en el desarrollo de empresas y redes de agregación de valor, organización, administración y todas aquellas materias necesarias para el desarrollo integral del manejo forestal y el desarrollo sustentable de los territorios forestales

En este sentido los tipos de vegetación forestal presentes en el AP son los siguientes mismos que se describen en este apartado de acuerdo con información del INEGI (2017).

- Bosque de galería
- Bosque de táscate
- Bosque de pino-encino
- Bosque de encino
- Bosque de encino-pino
- Bosque de mezquite
- Matorral desértico micrófilo
- Matorral desértico rosetófilo
- Mezquital xerófilo
- Matorral sarcocaule
- Pastizal halófilo
- Pastizal natural
- Vegetación de galería
- Vegetación halófila xerófila

Bosque de galería

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Se trata de una comunidad arbórea que forma franjas angostas de vegetación en los márgenes de los ríos o arroyos de gran parte del país, generalmente en sitios con climas templados a secos, por lo que los valores de altitud, temperatura y precipitación en dichos sitios son muy variables. Se desarrolla en zonas con condiciones favorables de humedad edáfica y sus especies pueden soportar inundaciones temporales e incluso invadir rápidamente áreas expuestas ribereñas.

El estrato arbóreo dominante de estos bosques presenta alturas variables, desde los 4 hasta más de 30 metros, con especies perennifolias, subcaducifolias o hasta caducifolias.

Son frecuentes los bosques de galería formados por sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum*) en el norte del país, así como de otras especies como sauces (*Salix spp*.), fresnos (*Fraxinus spp*.), álamos (*Populus spp*.), sicómoro aliso o álamo (*Platanus spp*.) y *Astianthus viminalis*.

Bosque de táscate

Comunidad vegetal distribuida desde Baja California hasta Chiapas, concentrándose en el Eje Neovolcánico, en los estados de Hidalgo, Tlaxcala y Puebla, y en menor proporción en partes de la Península de Baja California, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur. Los climas en que se desarrolla varían, desde el frío de las altas montañas hasta el templado subhúmedo y el semiseco de las zonas áridas. Se encuentra en altitudes entre los 1 000 y 2 600m, con una temperatura media anual que va de los 12 a 22°C y una precipitación que fluctúa de los 200 a los 1 200mm.

Se establecen en rocas ígneas de tobas y basaltos, sedimentarias como las calizas y lutitas y en menor proporción en metamórficas como los gneis y esquistos, entre otros, principalmente en leptosoles, regosoles luvisoles, vertisoles y en menor medida en chernozem, phaeozem, entre otros. El bosque está conformado por árboles con hojas en forma de escama (escuamifolios) del género Juniperus conocido como táscate, enebro o cedro. Tienen una altura promedio de 8 a 15m, y están siempre en contacto con los bosques de encino, pino-encino, selva baja caducifolia y matorrales de zonas áridas. Las especies más comunes y de mayor distribución en estos bosques son *Juniperus flaccida, J. deppeana, J. monosperma* y algunas especies del género *Quercus* y *Pinus*.

Bosque de pino

Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Los árboles de pino poseen hojas perennifolias, con una época de floración y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas en las que se presenta.

Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis, P. leiophylla var. chihuahuana, P. engelmannii, P. lawsonii, P. pseudostrobus var. apulcensis*.

Bosque de pino-encino

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Alcanzan alturas de 8 a 35m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp*.) y encino (*Quercus spp*.), pero con dominancia de las primeras. Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año.

Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (P. teocote), ocote trompillo (P. oocarpa), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis, P. leiophylla var. chihuahuana, P. engelmannii, P. lawsonii, P. pseudostrobus var. apulcensis*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q.*

candicans), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*),

charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides*, y *Q. scytophylla*, entre otras muchas especies de encinos.

Bosque de encino

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Este bosque se ha observado en diferentes clases de roca ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. El tamaño de los árboles varía de los 4 hasta los 30m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género Quercus (más de 200 especies en México). Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Por lo común este tipo de comunidad se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de mosaicos complejos.

Las especies más comunes de estas comunidades son el encino laurelillo (*Quercus laurina*), el encino nopis (*Q. magnoliifolia*), el encino blanco (*Q. candicans*), el roble (*Q. crassifolia*), el encino quebracho (*Q. rugosa*), el encino tesmolillo (*Q. crassipes*), el encino cucharo (*Q. urbanii*), el charrasquillo (*Q. microphylla*), el encino colorado (*Q. castanea*), el encino prieto (*Q. laeta*), el laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides, Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*.

Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, aunque generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

Bosque de encino-pino

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus spp*.), y en proporción algo menor de pinos (*Pinus spp*.). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35m. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.

Las especies más representativas en estas comunidades son encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino nopis (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides, Q. scytophylla*, pino chino (*Pinus leiophylla*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (P. pseudostrobus), pino (P. rudis), pino escobetón (*P. devoniana (P. michoacana*)), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. duranguensis, P. chihuahuana, P. engelmanni, P. lawsonii,* y *P. oaxacana*.

Bosque de mezquite

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Comunidad arbórea con especies de *Prosopis* que se desarrolla en suelos aluviales de fondo de valle y depresiones en las planicies, donde el manto freático se mantiene a poca profundidad, es también común a lo largo de los arroyos y ríos intermitentes en las regiones semiáridas. Frecuentemente forman comunidades arbóreas de entre 5 y 20 m de altura. La distribución de este tipo de comunidad es muy amplia en el país, pero muy fragmentada por sus requerimientos ecológicos.

Matorral desértico micrófilo

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3% de la superficie, mientras que en sitios con climas menos desfavorables la cobertura puede alcanzar 20%; la altura varía de 0.5 a 1.5m. Larrea y Ambrosia constituyen del 90 a 100% de la vegetación en áreas de escaso relieve, pero a lo largo de las vías de drenaje o en lugares con declive pronunciado aparecen arbustos con especies de *Prosopis, Cercidium, Olneya, Condalia, Lycium, Opuntia, Fouquieria, Hymenoclea, Acacia, Chilopsis*, etcétera. En el desierto sonorense, *Larrea* se extiende hasta la localidad de Guaymas, donde llega a formar manchones de matorral puro o casi puro.

Matorral desértico rosetófilo

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Matorral dominado por especies con hojas en roseta, con o sin espinas, sin tallo aparente o bien desarrollado. Se le encuentra generalmente sobre suelos tipo xerosoles de laderas de cerros de origen sedimentario, en las partes altas de los abanicos aluviales o sobre conglomerados en casi todas las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste del país. Aquí se desarrollan algunas de las especies de mayor importancia económica de esas regiones áridas como: *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Agave spp., Hechtia spp*. (guapilla), *Dasylirion spp*. (sotol), *Euphorbia antisyphilitica* (candelilla), *Parthenium argentatum* (guayule), *Yucca carnerosana* (palma samandoca), es notable la presencia de cactáceas acompañantes.

Mezquital xerófilo

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Este tipo de comunidad se desarrolla desde los 100 hasta los 2300m de altitud. Se presenta principalmente en llanuras, y en menor proporción sobre sierras y lomeríos. Los principales elementos son de porte arbustivo asociados con otros tipos de matorrales xerófilos como el matorral desértico micrófilo. Las especies presentes son: *Prosopis juliflora, Acacia spp, Opuntia sp, Jatropha sp.* y *Bouteloua spp.*

Matorral sarcocaule

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Tipo de vegetación caracterizado por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, gruesos frecuentemente retorcidos y algunos con corteza papirácea. Se extiende desde el sur de Baja California hasta la región de Los Cabos en Baja California Sur y en la parte continental de México en las regiones costeras de la llanura sonorense y sinaloense hasta el municipio de Angostura, Sinaloa.

Se encuentran sobre terrenos rocosos y suelos someros en climas tipo B (secos) y se caracteriza por la buena capacidad de adaptación a las condiciones de aridez de las especies presentes dentro de esta comunidad. Las temperaturas máximas en que se desarrolla este tipo de vegetación es de 22-24°C y las temperaturas mínimas de 12-15°C, este tipo de matorral en la costa del pacífico mexicano se encuentra comprendido entre los 0–500 metros de altitud.

En Sonora se ubica en la región de lomeríos y elevaciones medias, sobre suelos someros de laderas de cerros, lo conforman especies como: *Jatropha spp., Cercidium microphyllum, Opuntia spp.,* y *Carnegiea gigantea*, entre otras; esta última, particularmente impresionante por su altura, ya que con frecuencia llega a medir más de 10m. Es un matorral abierto o medianamente denso y florísticamente rico, en el que a menudo intervienen especies de *Acacia sp., Prosopis sp., Larrea sp., Celtis sp., Encelia sp., Olneya sp., Ferocactus sp*. y muchos otros, al igual que numerosas plantas herbáceas perennes incluyendo helechos y Selaginelales sep.

De manera semejante, la mitad meridional de la Península de Baja California, a la altura de la sierra San Francisco, La Giganta y todos los cerros intermedios están ocupados por dicho matorral con especies como: *Pachycereus pringlei, Lophocereus schottii, Stenocereus gummosus* y *Cylindropuntia cholla*, de las cactáceas; pero además aparecen especies de los géneros: *Bursera spp*. (Copal, Torote Colorado., *Jatropha spp*. (Lomboy, Matacora), *Cercidium sp., Prosopis sp*., entre otras.

Existen algunas formas de este matorral dadas por el sustrato como el matorral de *Pittocaulon praecox* en la Ciudad de México o de *Sedum sp*., presentes en los derrames basálticos del Chichinautzin.

Matorral subtropical

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Comunidad vegetal formada por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos que se desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la Selva Baja Caducifolia, los matorrales de zonas áridas y semiáridas y pastizales, ocasionalmente con los bosques templados (de encino o pino - encino) principalmente del noroeste del país y las partes altas de los cañones de la Sierra Madre Occidental Se caracteriza por presentar dos o tres estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, el estrato más importante es el arbustivo, que presenta alturas características entre 2 y 4 metros sus copas cubren el 60% de la superficie.

La mayor parte de las plantas que la constituyen pierden su follaje durante un periodo prolongado del año. Los principales componentes son: *Ipomoea sp*. (Cazahuates), *Bursera sp.* (Copales, Papelillos), *Eysenhardtia polystachya* (Vara dulce), *Acacia pennatula* (Tepame), *Forestiera sp*. (Acebuche), *Erythrina sp.* (Colorín), *Plumeria sp. Fouquieria macdougalli, Lysiloma watsonii, Parkinsonia praecox, Bursera fagaroides, Bursera laxiflora, Stenocereus thurberi, Caesalpinia pulcherrima, Antigonon leptopus*.

Para el estado de Sonora la presencia de este tipo de matorral representa condiciones ecológicas particulares en la zona que amerita estudios más detallados con respecto a su distribución y composición florística, ocurre lo mismo para la zona sur de Baja California Sur. Mantiene una gran actividad antropógena a través de la agricultura y ganadería principalmente esta última con un sobrepastoreo muy marcado.

Pastizal halófilo

Comunidad de gramíneas y graminoides que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras.

Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas. Los pastizales halófilos del Altiplano varían por lo común, de bajos a medianos (hasta 80cm de alto) y, en general, son densos. Con el objetivo de estimular la aparición de retoños tiernos estos pastizales son quemados periódicamente. En Chihuahua y Coahuila, principalmente, ocupa grandes extensiones el pastizal de *Pleuraphis mutica* (Toboso), de 40 a 70 cm de altura.

En general, las gramíneas dominantes son más bien rígidas y solo sus partes tiernas constituyen un forraje atractivo para el ganado. Desde luego que las gramíneas no son las únicas plantas que pueden crecer en tales condiciones, pero con frecuencia son las dominantes y las que definen la fisonomía de las comunidades vegetales que ahí habitan.

Pastizal natural

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques. Como la mayoría de los pastizales del mundo, esta franja ocupa una porción de transición entre los bosques por un lado y los matorrales xerófilos por el otro.

Los pastizales en cuestión son generalmente de altura media, de 20 a 70cm, aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre más abajo. La coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad sólo reverdece en la época más húmeda.

La cobertura varía notoriamente de un lugar a otro y tiene que ver con la utilización del pastizal, pero rara vez supera el 80% y frecuentemente es menor de 50%. Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable pueden aparecer numerosas especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes, cuando existen, solo juegan un papel secundario por el disturbio, y a veces forman uno a dos estratos. Las trepadoras son escasas y las epífitas de tipo xerófilo solo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados. Son frecuentemente dominantes o codominantes en las asociaciones las especies del género *Bouteloua* y la más común de todas es *Bouteloua gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos. En laderas pendientes, con suelo somero y pedregoso, a menudo son más abundantes *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua hirsuta*. Son menos frecuentes en general, *Bouteloua barbata var. rothrockii, Bouteloua radicosa, Bouteloua repens, Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua chondrosioides*, pero en algunas zonas pueden también funcionar como dominantes o codominantes: *Bouteloua eriopoda* y *Bouteloua scorpioides*; aparentemente resultan favorecidas por un pastoreo intenso, desplazando en ciertas áreas a *Bouteloua gracilis*.

Vegetación de desiertos arenosos

Esta comunidad vegetal está constituida principalmente por arbustos perennes, cuyas raíces perforantes se anclan en la arena no consolidada y forman colonias por reproducción vegetativa. Se agrupan por "manchones" en desiertos sumamente áridos.

Algunas de las especies que se pueden encontrar son: *Larrea tridentata* (Gobernadora, Hediondilla), *Prosopis sp*p. (Mezquites), *Yucca spp., Atriplex spp*., (Saladillos), *Opuntia spp*. (Chollas, Nopales), *Ephedra trifurca* (Hitamo), *Ambrosia dumosa* (Hierba del burro), etcétera. Estas especies proceden de las áreas circunvecinas, generalmente con matorral desértico micrófilo, mezquital u otros tipos de vegetación.

Este tipo de vegetación cubre amplias regiones, principalmente en las zonas áridas de Coahuila, Chihuahua, Sonora y Baja California, como sucede en buena parte del noroeste del país.

Vegetación de galería

Comunidades arbustivas, ocasionalmente con elementos subarbóreos, que se desarrollan en los márgenes de los ríos y arroyos, siempre bajo condiciones de humedad. En general se localizan en zonas de climas templados a secos, con amplios rangos en los valores de temperatura, humedad y altitud, sobre terrenos con humedad superficial o con manto freático somero en el lecho de ríos usualmente secos.

En este tipo de vegetación predomina generalmente un solo estrato arbustivo, que fisonómicamente puede presentar el aspecto de matorral denso o espaciado, con altura entre 1 y 2m y constituido por elementos usualmente perennifolios.

Entre otros géneros que pueden integrar a la vegetación de galería se encuentran *Baccharis, Chilopsis, Senecio, Acacia, Mimosa* y *Salix*, y no es rara la presencia de mezquites (*Prosopis sp*.) en el noroeste y norte del país.

Vegetación halófila xerófila

Este tipo de vegetación se presenta tanto en su fase primaria como de vegetación secundaria arbustiva.

La constituyen comunidades vegetales herbáceas o arbustivas que se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales en cualquier parte del país, es común en partes bajas de cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas.

Esta comunidad se caracteriza por especies de baja altura, por la dominancia de pastos rizomatosos y tallos rígidos, además de una escasa cobertura de especies arbustivas. Esta vegetación se desarrolla en zonas donde los factores climáticos y geológicos dieron origen a áreas salinas. Las especies más abundantes corresponden estrictamente a halófitas como chamizo (*Atriplex spp*.), romerito (*Suaeda spp*.), hierba reuma (*Frankenia spp*.) y lavanda (*Limonium spp*.). Otras especies capaces de soportar estas condiciones son verdolaga (*Sesuvium spp*.), zacate toboso (*Hilaria spp*.), zacate (*Eragrostis obtusiflora*), entre varias más. Son comunes las asociaciones de *Atriplex spp., Suaeda spp. Frankenia spp*., entre otras.

Con respecto a la composición florística de las comunidades halófilas, es interesante señalar que al mismo tiempo que incluyen géneros y especies de distribución muy vasta, algunos casi cosmopolitas, tampoco son raros en ellas los endemismos. Las familias mejor representadas son Gramineae y Chenopodiaceae, mereciendo mención especial las Frankeniaceae, cuyos miembros llegan a ser muy importantes en el noroeste de México. La suculencia es una característica frecuente en las halófitas de familias diferentes, así como la reproducción vegetativa y la alta presión osmótica.

Vegetación halófila hidrófila

La constituyen comunidades dominadas por especies herbáceas o raramente arbustivas, que se distribuyen en ambientes en litorales (lagunas costeras, marismas salinas y playas) que reciben aportación de agua salina; en sitios de muy baja altitud, con climas cálidos húmedos o subhúmedos, sobre suelos generalmente arenosos con altas concentraciones de sales y que en algún periodo están sujetos a grandes aportaciones de humedad.

Generalmente la vegetación halófila-hidrófila está constituida por un solo estrato herbáceo de plantas perennes suculentas, pero puede estar constituida por elementos arbustivos como los del género *Atriplex*.

Especies comunes de este tipo de vegetación son: *Batis maritima* (vidrillo), *Frankenia spp*. (Hierba reuma), *Atriplex spp*. (chamizo), y diversos pastos marinos como *Zostera marina* y *Spartina foliosa*.

Vegetación de dunas costeras

Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton spp*.), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (Coccoloba uvifera), pepe (Chrysobalanus

icaco), cruceto (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp*.) entre otros.

IV.2.2.1.3. Vegetación forestal presente en el AP

De acuerdo con la clasificación del uso de suelo y vegetación se extrajeron las superficies por tipo de vegetación forestal presente en el AP, obteniendo una superficie total de 1,979.39 ha, lo cual representa el 96.4% de la superficie total del AP, estas se muestran en las siguientes tablas de forma general y posteriormente por sección del Proyecto.

Tabla IV.50. Superficie forestal por tipo de vegetación en el AP.

USV Agrupado	Clave	Descripción	Superficie (ha)	%
BG	VSa/BG	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.87	0.04%
BJ	BJ	Bosque de táscate	19.77	1.00%
BPQ	BPQ	Bosque de pino-encino	47.10	2.38%
BQ	BQ	Bosque de encino	225.22	11.38%
	VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	77.98	3.94%
BQP	BQP	Bosque de encino-pino	70.34	3.55%
MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	706.88	35.71%
	VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	135.74	6.86%
MDR	MDR	Matorral desértico rosetófilo	34.88	1.76%
	VSa/MDR	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	34.79	1.76%
MK	MK	Bosque de mezquite	0.77	0.04%
	VSa/MK	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	9.61	0.49%
MKX	MKX	Mezquital xerófilo	60.14	3.04%
	VSa/MKX	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	11.15	0.56%
MSC	MSC	Matorral sarcocaule	221.55	11.19%
PH	PH	Pastizal halófilo	69.07	3.49%

USV Agrupado	Clave	Descripción	Superficie (ha)	%
PN	PN	Pastizal natural	169.94	8.59%
	VSa/PN	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	36.52	1.85%
VG	VG	Vegetación de galería	2.73	0.14%
VH	VH	Vegetación halófila xerófila	44.32	2.24%
Total			1,979.39	100.00%

Tabla IV.51. Superficie forestal por tipo de vegetación y sección del AP.

Sección	USV Agrupado	Clave	Descripción	AP	%
Sección 01	BG	VSa/BG	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.87	0.04%
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	34.89	1.76%
	MDR	MDR	Matorral desértico rosetófilo	34.88	1.76%
Sección 02	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	46.15	2.33%
	PH	PH	Pastizal halófilo	23.83	1.20%
Sección 03	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	31.38	1.59%
		VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	21.79	1.10%
	MDR	VSa/MDR	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	14.76	0.75%
	PH	PH	Pastizal halófilo	5.41	0.27%
Sección 04	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	16.30	0.82%
		VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	28.22	1.43%
	MDR	VSa/MDR	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	20.03	1.01%
	PH	PH	Pastizal halófilo	11.48	0.58%

Sección	USV Agrupado	Clave	Descripción	AP	%
Sección 05	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	32.43	1.64%
		VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	6.91	0.35%
	MK	VSa/MK	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	9.61	0.49%
	PN	VSa/PN	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	1.75	0.09%
	VH	VH	Vegetación halófila xerófila	31.27	1.58%
Sección 06	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	50.44	2.55%
		VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	10.85	0.55%
	PH	PH	Pastizal halófilo	10.13	0.51%
	PN	VSa/PN	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	8.71	0.44%
Sección 07	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	58.45	2.95%
	PH	PH	Pastizal halófilo	13.36	0.67%
	VG	VG	Vegetación de galería	2.05	0.10%
	VH	VH	Vegetación halófila xerófila	6.24	0.32%
Sección 08	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	37.31	1.89%
	MKX	VSa/MKX	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	11.15	0.56%
	PH	PH	Pastizal halófilo	4.87	0.25%
	PN	PN	Pastizal natural	13.94	0.70%
		VSa/PN	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	3.26	0.16%
	VH	VH	Vegetación halófila xerófila	4.33	0.22%
Sección 09	BQ	VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.86	0.04%
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	7.94	0.40%

Sección	USV Agrupado	Clave	Descripción	AP	%
		VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	1.38	0.07%
	PN	PN	Pastizal natural	52.87	2.67%
		VSa/PN	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	22.80	1.15%
Sección 10	BQ	BQ	Bosque de encino	7.45	0.38%
	BQP	BQP	Bosque de encino-pino	47.81	2.42%
	PN	PN	Pastizal natural	12.10	0.61%
Sección 11	BPQ	BPQ	Bosque de pino-encino	38.55	1.95%
	BQ	BQ	Bosque de encino	2.90	0.15%
	BQP	BQP	Bosque de encino-pino	22.53	1.14%
Sección 12	BPQ	BPQ	Bosque de pino-encino	8.38	0.42%
	BQ	BQ	Bosque de encino	66.86	3.38%
	PN	PN	Pastizal natural	3.23	0.16%
Sección 13	BJ	BJ	Bosque de táscate	19.77	1.00%
	BPQ	BPQ	Bosque de pino-encino	0.16	0.01%
	BQ	BQ	Bosque de encino	37.55	1.90%
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	1.86	0.09%
	PN	PN	Pastizal natural	10.93	0.55%
Sección 14	BQ	BQ	Bosque de encino	33.34	1.68%
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	43.79	2.21%
	MK	MK	Bosque de mezquite	0.77	0.04%
Sección 15	BQ	BQ	Bosque de encino	29.76	1.50%
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	27.08	1.37%
	PN	PN	Pastizal natural	19.91	1.01%
Sección 16	BQ	BQ	Bosque de encino	14.50	0.73%
		VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de	5.15	0.26%

Sección	USV Agrupado	Clave	Descripción	AP	%
			bosque de encino		
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	30.46	1.54%
	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	2.51	0.13%
	PN	PN	Pastizal natural	0.08	0.00%
Sección 17	BQ	BQ	Bosque de encino	11.73	0.59%
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	46.47	2.35%
	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	2.83	0.14%
	PN	PN	Pastizal natural	12.10	0.61%
Sección 18	BQ	BQ	Bosque de encino	13.94	0.70%
		VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	38.06	1.92%
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	23.48	1.19%
	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	2.13	0.11%
	PN	PN	Pastizal natural	0.02	0.00%
Sección 19	BQ	BQ	Bosque de encino	3.40	0.17%
		VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	19.97	1.01%
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	28.76	1.45%
	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	1.75	0.09%
	MSC	MSC	Matorral sarcocaule	1.85	0.09%
	PN	PN	Pastizal natural	23.47	1.19%
Sección 20	BQ	BQ	Bosque de encino	3.80	0.19%
		VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	13.95	0.70%
	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	33.76	1.71%
	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	0.78	0.04%
	MSC	MSC	Matorral sarcocaule	5.28	0.27%

Sección	USV Agrupado	Clave	Descripción	AP	%
	PN	PN	Pastizal natural	21.29	1.08%
Sección 21	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	60.13	3.04%
		VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	11.86	0.60%
	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	8.86	0.45%
	VG	VG	Vegetación de galería	0.69	0.03%
Sección 22	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	48.07	2.43%
		VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2.53	0.13%
	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	14.47	0.73%
Sección 23	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	22.13	1.12%
		VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	38.70	1.96%
Sección 24	MDM	MDM	Matorral desértico micrófilo	25.58	1.29%
		VSa/MDM	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	13.49	0.68%
	MSC	MSC	Matorral sarcocaule	32.70	1.65%
Sección 25	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	14.70	0.74%
	MSC	MSC	Matorral sarcocaule	52.68	2.66%
Sección 26	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	7.31	0.37%
	MSC	MSC	Matorral sarcocaule	63.04	3.19%
Sección 27	MKX	MKX	Mezquital xerófilo	4.80	0.24%
	MSC	MSC	Matorral sarcocaule	65.99	3.33%
	VH	VH	Vegetación halófila xerófila	2.48	0.13%
Total				1,979.39	100.00%

IV.2.2.1.4. Captura de carbono y generación de oxígeno

En este apartado se presentan los resultados de la estimación del carbono (CO_2) almacenado por la vegetación forestal y no forestal presente en el SAR, AI y AP, así como la cantidad de oxígeno (O_2) generado por esta misma; mientras que la memoria de cálculo, así como la descripción detallada de la metodología empleada se presenta en el **Anexo IV.3** de este estudio.

a) Captura de carbono

Como se observa en la siguiente tabla, la cantidad de carbono captado por los diferentes tipos de vegetación presentes actualmente en la superficie total del SAR corresponde a 280,556,970.11 ton/año, en el AI es de 14,026,350.14 ton/año y en el AP corresponde a 221,736.42 ton/año.

Mientras que, una vez removida la vegetación en el AP, se dejará de captar la totalidad del CO_2 captado actualmente en esta zona, es decir las 221,736.42 ton/año; lo cual a nivel del SAR representa el 0.08% y en el AI corresponde al 1.58%; con esta disminución la cifra de CO_2 captado en la totalidad del SAR pasará a 280,335,379.19 ton/año, en el AI será de 13,804,759.21 ton/año y en el AP será 0.

Tabla IV.52. Resultados de la estimación de captura de carbono en el SAR, AI y AP.

Sección	Zona	CO2 capturado actual (ton/año)	Captura de CO2 al remover vegetación en el AP	
			ton/año	Porcentaje
Sección 1	SAR	5,361,475.45	5,355,002.18	0.12%
	AI	426,349.01	419,875.74	1.52%
	AP	6,473.27	0.00	100.00%
Sección 2	SAR	7,351,019.70	7,344,736.39	0.09%
	AI	404,827.67	398,544.36	1.55%
	AP	6,283.31	0.00	100.00%
Sección 3	SAR	13,247,604.04	13,241,071.66	0.05%
	AI	424,456.98	417,924.60	1.54%
	AP	6,532.38	0.00	100.00%
Sección 4	SAR	8,909,733.33	8,903,149.44	0.07%
	AI	399,528.60	392,944.71	1.65%
	AP	6,617.83	0.00	100.00%
Sección 5	SAR	12,310,897.89	12,303,666.76	0.06%

Sección	Zona	CO2 capturado actual (ton/año)	Captura de CO2 al remover vegetación en el AP	
			ton/año	Porcentaje
	AI	424,518.25	417,287.12	1.70%
	AP	7,231.13	0.00	100.00%
Sección 6	SAR	6,603,375.07	6,596,644.44	0.10%
	AI	442,445.17	435,714.54	1.52%
	AP	6,730.63	0.00	100.00%
Sección 7	SAR	8,050,426.33	8,043,472.02	0.09%
	AI	456,833.40	449,879.08	1.52%
	AP	6,954.32	0.00	100.00%
Sección 8	SAR	13,009,015.59	13,002,241.30	0.05%
	AI	471,283.00	464,508.70	1.44%
	AP	6,774.31	0.00	100.00%
Sección 9	SAR	9,039,348.30	9,030,809.19	0.09%
	AI	515,930.17	507,391.06	1.66%
	AP	8,579.85	0.00	100.00%
Sección 10	SAR	10,524,570.54	10,510,231.73	0.14%
	AI	926,648.11	912,309.30	1.55%
	AP	14,338.81	0.00	100.00%
Sección 11	SAR	13,644,732.65	13,628,277.04	0.12%
	AI	1,080,418.46	1,063,962.84	1.52%
	AP	16,455.62	0.00	100.00%
Sección 12	SAR	7,425,388.11	7,407,141.33	0.25%
	AI	1,155,012.31	1,136,765.53	1.58%
	AP	18,246.78	0.00	100.00%
Sección 13	SAR	9,275,819.72	9,260,626.79	0.16%
	AI	970,260.31	955,067.38	1.57%

Sección	Zona	CO2 capturado actual (ton/año)	Captura de CO2 al remover vegetación en el AP	
			ton/año	Porcentaje
	AP	15,192.92	0.00	100.00%
Sección 14	SAR	9,962,405.98	9,955,607.66	0.07%
	AI	436,567.71	429,769.39	1.56%
	AP	6,798.31	0.00	100.00%
Sección 15	SAR	8,054,994.79	8,043,872.75	0.14%
	AI	792,391.88	781,269.84	1.40%
	AP	11,122.04	0.00	100.00%
Sección 16	SAR	6,123,895.59	6,116,562.05	0.12%
	AI	459,347.38	452,013.84	1.60%
	AP	7,366.62	0.00	100.00%
Sección 17	SAR	7,520,725.74	7,511,508.24	0.12%
	AI	594,404.02	585,186.52	1.55%
	AP	9,217.50	0.00	100.00%
Sección 18	SAR	6,083,545.96	6,077,559.51	0.10%
	AI	156,839.68	150,853.24	3.82%
	AP	5,986.45	0.00	100.00%
Sección 19	SAR	6,710,359.52	6,704,661.20	0.08%
	AI	415,753.00	410,054.67	1.37%
	AP	5,698.33	0.00	100.00%
Sección 20	SAR	5,597,574.80	5,591,336.87	0.11%
	AI	337,660.57	331,422.64	1.85%
	AP	6,237.93	0.00	100.00%
Sección 21	SAR	7,022,126.76	7,014,910.69	0.10%
	AI	440,365.29	433,149.22	1.64%
	AP	7,253.81	0.00	100.00%

Sección	Zona	CO2 capturado actual (ton/año)	Captura de CO2 al remover vegetación en el AP	
			ton/año	Porcentaje
Sección 22	SAR	4,925,085.89	4,918,936.24	0.12%
	AI	390,741.66	384,592.01	1.57%
	AP	6,149.65	0.00	100.00%
Sección 23	SAR	10,294,819.14	10,289,151.18	0.06%
	AI	363,103.35	357,435.39	1.56%
	AP	5,667.96	0.00	100.00%
Sección 24	SAR	11,011,024.79	11,005,282.90	0.05%
	AI	372,794.54	367,052.66	1.54%
	AP	5,741.89	0.00	100.00%
Sección 25	SAR	14,815,794.78	14,810,403.93	0.04%
	AI	350,353.20	344,962.35	1.54%
	AP	5,390.84	0.00	100.00%
Sección 26	SAR	25,421,103.55	25,415,475.22	0.02%
	AI	366,144.07	360,515.73	1.54%
	AP	5,628.34	0.00	100.00%
Sección 27	SAR	32,260,106.07	32,253,040.48	0.02%
	AI	451,372.35	444,306.76	1.57%
	AP	7,065.59	0.00	100.00%
TOTAL	SAR	280,556,970.11	280,335,379.19	0.08%
	AI	14,026,350.14	13,804,759.21	1.58%
	AP	221,736.42	0.00	100%

b) Generación de oxígeno

Como se observa en la siguiente tabla, la cantidad de oxígeno generado por los diferentes tipos de vegetación presentes actualmente en la superficie total del SAR corresponde a 738,476,977.93 ton/año, en el AI es de 37,377,757.19 ton/año y en el AP corresponde a 563,566.20 ton/año.

Mientras que, una vez removida la vegetación en el AP, se perderá la totalidad del O_2 que actualmente se genera en esta zona, es decir las 563,566.20 ton/año; lo cual a nivel del SAR representa el 0.08% y en el AI corresponde al 1.51%; con esta disminución la cifra de O_2 generado en la totalidad del SAR pasará a 737,913,799.72 ton/año, en el AI será de 36,814,578.98 ton/año y en el AP será 0.

Tabla IV.53. Resultados de la estimación de generación de oxígeno en el SAR, AI y AP.

Sección	Zona	O2 generado actual (ton/año)	Generación de O2 al remover la vegetación en el AP	
			ton/año	Porcentaje
Sección 1	SAR	14,297,267.90	14,280,005.84	0.12%
	AI	1,136,930.71	1,119,668.66	1.52%
	AP	17,262.05	0.00	100.00%
Sección 2	SAR	19,602,719.21	19,585,963.71	0.09%
	AI	1,079,540.45	1,062,784.95	1.55%
	AP	16,755.50	0.00	100.00%
Sección 3	SAR	35,326,944.10	35,309,524.41	0.05%
	AI	1,131,885.28	1,114,465.59	1.54%
	AP	17,419.69	0.00	100.00%
Sección 4	SAR	23,759,288.88	23,741,731.83	0.07%
	AI	1,065,409.61	1,047,852.56	1.65%
	AP	17,647.55	0.00	100.00%
Sección 5	SAR	32,829,061.04	32,809,778.03	0.06%
	AI	1,132,048.66	1,112,765.66	1.70%
	AP	19,283.01	0.00	100.00%
Sección 6	SAR	17,609,000.20	17,591,051.84	0.10%
	AI	1,179,853.79	1,161,905.43	1.52%
	AP	17,948.36	0.00	100.00%
Sección 7	SAR	21,467,803.55	21,449,258.71	0.09%
	AI	1,218,222.39	1,199,677.55	1.52%

Sección	Zona	O2 generado actual (ton/año)	Generación de O2 al remover la vegetación en el AP	
			ton/año	Porcentaje
	AP	18,544.84	0.00	100.00%
Sección 8	SAR	34,690,708.25	34,672,643.44	0.05%
	AI	1,256,754.68	1,238,689.87	1.44%
	AP	18,064.81	0.00	100.00%
Sección 9	SAR	24,104,928.80	24,082,157.85	0.09%
	AI	1,375,813.78	1,353,042.83	1.66%
	AP	22,879.59	0.00	100.00%
Sección 10	SAR	28,065,521.45	28,027,284.62	0.14%
	AI	2,471,061.64	2,432,824.80	1.55%
	AP	38,236.84	0.00	100.00%
Sección 11	SAR	36,385,953.74	36,342,072.10	0.12%
	AI	2,881,115.89	2,837,234.24	1.52%
	AP	43,881.64	0.00	100.00%
Sección 12	SAR	19,801,034.96	19,752,376.88	0.25%
	AI	3,080,032.82	3,031,374.73	1.58%
	AP	48,658.09	0.00	100.00%
Sección 13	SAR	24,735,519.25	24,695,004.79	0.16%
	AI	2,587,360.81	2,546,846.35	1.57%
	AP	40,514.46	0.00	100.00%
Sección 14	SAR	26,566,415.94	26,548,287.10	0.07%
	AI	1,164,180.56	1,146,051.72	1.56%
	AP	18,128.84	0.00	100.00%
Sección 15	SAR	21,479,986.11	21,450,327.33	0.14%
	AI	2,113,045.01	2,083,386.23	1.40%
	AP	29,658.78	0.00	100.00%

Sección	Zona	O2 generado actual (ton/año)	Generación de O2 al remover la vegetación en el AP	
			ton/año	Porcentaje
Sección 16	SAR	16,304,992.85	16,288,674.74	0.10%
	AI	1,224,926.36	1,208,608.24	1.33%
	AP	16,406.31	0.00	100.00%
Sección 17	SAR	20,006,013.76	19,984,307.53	0.11%
	AI	1,585,077.39	1,563,371.16	1.37%
	AP	21,706.23	0.00	100.00%
Sección 18	SAR	8,532,378.89	8,526,258.87	0.07%
	AI	418,239.16	412,119.14	1.46%
	AP	6,120.02	0.00	100.00%
Sección 19	SAR	17,894,292.06	17,885,166.59	0.05%
	AI	1,108,674.67	1,099,549.20	0.82%
	AP	9,125.47	0.00	100.00%
Sección 20	SAR	14,926,866.14	14,915,739.74	0.07%
	AI	900,428.18	889,301.79	1.24%
	AP	11,126.40	0.00	100.00%
Sección 21	SAR	18,725,671.35	18,706,428.50	0.10%
	AI	1,174,307.44	1,155,064.60	1.64%
	AP	19,343.51	0.00	100.00%
Sección 22	SAR	13,133,562.37	13,117,163.30	0.12%
	AI	1,041,977.75	1,025,578.68	1.57%
	AP	16,399.07	0.00	100.00%
Sección 23	SAR	27,452,851.03	27,437,736.48	0.06%
	AI	968,275.59	953,161.04	1.56%
	AP	15,114.55	0.00	100.00%
Sección 24	SAR	27,452,851.03	27,437,736.48	0.06%

Sección	Zona	O2 generado actual (ton/año)	Generación de O2 al remover la vegetación en el AP	
			ton/año	Porcentaje
	AI	968,275.59	953,161.04	1.56%
	AP	15,114.55	0.00	100.00%
Sección 25	SAR	39,508,786.08	39,494,410.49	0.04%
	AI	934,275.19	919,899.60	1.54%
	AP	14,375.59	0.00	100.00%
Sección 26	SAR	67,789,609.48	67,774,600.57	0.02%
	AI	976,384.19	961,375.29	1.54%
	AP	15,008.90	0.00	100.00%
Sección 27	SAR	86,026,949.52	86,008,107.95	0.02%
	AI	1,203,659.59	1,184,818.02	1.57%
	AP	18,841.57	0.00	100.00%
TOTAL	SAR	738,476,977.93	737,913,799.72	0.08%
	AI	37,377,757.19	36,814,578.98	1.51%
	AP	563,566.20	0.00	100%

IV.2.2.2. Flora

Para llevar a cabo la caracterización de la vegetación presente en el área de estudio conformada por el **SAR, AI** y **AP**, se establecieron 420 sitios de muestreo de forma aleatoria estratificada por tipo de vegetación, considerando el levantamiento del mismo número de sitios por tipo de vegetación en el **AP**, **AI** y **SAR**, teniendo en cuenta la accesibilidad a los sitios (en el **Anexo IV.4.2** y **IV.4.3** se encuentran las coordenadas y archivo kml de los sitios de muestreo).

Posteriormente, los análisis estadísticos de diversidad y valor de importancia se realizaron tanto de forma general por tipo de vegetación y ubicación (**AP**, **AI** y **SAR**), así como de forma específica considerando como unidad de análisis a las Ecorregiones, las Ecorregiones de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, Biodiversidad mexicana, 2020), son unidades geográficas con flora, fauna y ecosistemas característicos, son una división de las grandes "ecozonas" o regiones biogeográficas. Las divisiones políticas de municipios, estados y países no respetan los procesos ecológicos, en este mismo sentido, las secciones definidas para el Proyecto en este caso tampoco constituyen límites establecidos con criterios

ambientales, por lo cual se descartó el análisis a este nivel. Las secciones por ecorregión se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV.54. Ecorregiones presentes en el área de estudio.

Clave	Ecorregión	Sección		
		SAR	AI	AP
Ecorregión 01	Desiertos de América del Norte - Desierto Chihuahuense	Sección 1 a 8	Sección 1 a 7	Sección 1 a 7
Ecorregión 02	Elevaciones Semiáridas Meridionales - Piedemontes y Planicies con Pastizal, Matorral Xerófilo y Bosques de Encino y Coníferas	Sección 4 a 10	Sección 6 a 10	Sección 6 a 10
Ecorregión 03	Sierras Templadas - Bosques de Coníferas, Encinos y Mixtos de la Sierra Madre Occidental	Sección 8 a 14	Sección 9 a 14	Sección 10 a 14
Ecorregión 04	Elevaciones Semiáridas Meridionales - Archipiélago Madreano y Selvas cálido secas	Sección 12 a 21	Sección 12 a 20	Sección 12 a 20
Ecorregión 05	Desiertos de América del Norte - Desierto Sonorense	Sección 20 a 27	Sección 20 a 27	Sección 20 a 27

La metodología detallada respecto al trabajo de campo y el análisis estadístico se presenta en el Estudio de caracterización de flora incluido en el **Anexo IV.4.1**, mientras que en este apartado se presentan únicamente los resultados relevantes.

IV.2.2.2.1. Representatividad de la muestra

Intensidad y error de muestreo

Como se observa en la siguiente tabla la intensidad de muestreo es variable por tipo de vegetación presente en el AP, oscila entre 0.2 y 7.3%, así mismo, el error de muestreo obtenido se encuentra entre el 2.49 y 9.09%, con un promedio general del 5.49% siendo menor al 10% con el 90% de confiabilidad, obteniendo una muestra representativa y confiable.

Tabla IV.55. Intensidad y error de muestreo por tipo de vegetación presente en el **AP.**

Tipo de vegetación	AP	Cantidad de sitios	Superficie muestreada (ha)	Intensidad de muestreo (IM%)	Error de muestreo (E%)
BJ	19.77	6	0.30	1.5%	4.70%
BPQ	47.10	6	0.30	0.6%	5.08%

Tipo de vegetación	AP	Cantidad de sitios	Superficie muestreada (ha)	Intensidad de muestreo (IM%)	Error de muestreo (E%)
BQ	303.20	12	0.60	0.2%	2.96%
BQP	70.34	8	0.40	0.6%	6.68%
MDM	842.62	30	1.50	0.2%	2.49%
MDR	69.67	6	0.30	0.4%	5.76%
MK	10.38	6	0.30	2.9%	9.09%
MKX	71.30	8	0.40	0.6%	6.02%
MSC	221.55	10	0.50	0.2%	5.16%
PH	69.07	8	0.40	0.6%	6.68%
PN	206.47	20	1.00	0.5%	3.89%
VG	2.73	4	0.20	7.3%	6.93%
VH	44.32	8	0.40	0.9%	5.98%
Total		132	6.60	0.3%	5.49%

Cabe señalar que estos indicadores se obtuvieron sólo para el AP, comunidad de interés por tratarse del área de afectación directa, mientras que en el AI y el SAR se levantó una muestra similar en tamaño en los mismos tipos de vegetación que resultarán afectados.

Curvas de acumulación de especies

Los resultados obtenidos de las curvas de acumulación de especies reflejan que los sitios de verificación son suficientes y representativos para describir la diversidad de flora en el área del Proyecto, AI y SAR, ya que como se observa en la siguiente tabla, se obtuvieron índices de completitud superiores al 95%, así mismo, por tipo de vegetación se obtuvieron índices de completitud superiores al 86% y en la mayoría de los casos se alcanzó el 100% estimado, según los modelos de Chao 1 y Chao 2.

Tabla IV.56. Índice de completitud obtenido en el AP, AI y SAR.

Estimador	AP	AI	SAR
Especies observadas S(est)	210	230	245
Especies estimadas Chao 1	211.91	243	247.14
Índice de completitud Chao 1	99%	95%	99%
Especies estimadas Chao 2	212.55	233.69	246.99

Estimador	AP	AI	SAR
Índice de completitud Chao 2	99%	98%	99%

Tabla IV.57. Índice de completitud obtenido por tipo de vegetación.

Estimador	Especies observadas S(est)	Especies estimadas Chao 1	Índice de completitud Chao 1	Especies estimadas Chao 2	Índice de completitud Chao 2
BJ	31	31	100%	31	100%
BP	21	21	100%	21	100%
BPQ	38	38	100%	38	100%
BQ	42	42	100%	42	100%
BQP	32	32	100%	32	100%
MDM	75	75	100%	75	100%
MDR	51	51	100%	51	100%
MK	24	28	86.49%	28	87.15%
MKX	45	47	96.77%	46	97.91%
MSC	49	49	100%	49	100%
MST	34	34	98.75%	35	98.38%
PH	24	24	100%	24	100%
PN	43	43	100%	43	100%
VD	24	24	100%	24	100%
VG	25	25	100%	25	100%
VH	32	32	100%	32	100%
VHH	2	2	100%	2	100%
VU	14	14	100%	14	100%

IV.2.2.2.2. Composición

La flora registrada en los sitios de verificación establecidos en el **SAR, AI** y **AP** obedece a 246 especies repartidas en 30 órdenes y 63 familias, de las cuales 210 especies se registraron en el AP,

230 en el AI y 245 en el SAR, como se muestra en el siguiente listado, en donde se indica su categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, distribución, así como el estrato y tipo de vegetación en el que fue registrada la especie.

Tabla IV.58. Listado florístico general (A: amenazada, Pr: sujeta a protección especial; Categoría en la Lista Roja de la IUCN: LC: preocupación menor, NT: casi amenazada, VU: vulnerable. Distribución (Dist.): N: nativa, End: endémica, Ex: exótica, I: invasora. Estrato: A: arbóreo, Ar: arbustivo, H: herbáceo).

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Apiales	*Apiaceae*	*Conium maculatum*	Chuchupate	-	H	Ex - I	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Asparagales	*Asparagaceae*	*Agave asperrima*	Maguey Áspero	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asparagales	*Asparagaceae*	*Agave lechuguilla*	Lechuguilla	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 04, 05
Asparagales	*Asparagaceae*	*Agave palmeri*	Lechuguilla	-	Ar	End - N	LC	-	AP, AI, SAR	03, 04
Asparagales	*Asparagaceae*	*Agave parryi*	Maguey Mezcal	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Asparagales	*Asparagaceae*	*Dasylirion acrotrichum*	Sotol Verde	A	Ar	End - N	-	-	AI, SAR	02, 03
Asparagales	*Asparagaceae*	*Dasylirion leiophyllum*	Sotol Brillante	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asparagales	*Asparagaceae*	*Dasylirium wheeleri*	Sotol	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01
Asparagales	*Asparagaceae*	*Nolina texana*	Palmilla zacahuiste	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04
Asparagales	*Asparagaceae*	*Yucca elata*	Cortadillo	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02
Asparagales	*Asparagaceae*	*Yucca madrensis*	Yuca de la Sierra Madre	-	Ar	End - N	-	-	AP, AI, SAR	03, 04

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Asparagales	*Asparagaceae*	*Yucca torreyi*	Palma	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	01
Asterales	*Asteraceae*	*Acourtia nana*	Clavelito	-	H	N	-	-	SAR	01, 02
Asterales	*Asteraceae*	*Adenophyllum cancellatum*	Cimpasúchil	-	H	End - N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Asterales	*Asteraceae*	*Ageratina grandifolia*	Hierba moradilla	-	H	N	-	-	AI, SAR	02
Asterales	*Asteraceae*	*Aldama linearis*	Romerillo	-	H	End - N	-	-	AI, SAR	01, 02
Asterales	*Asteraceae*	*Ambrosia acanthicarpa*	Estafiate	-	H	Ex	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Asterales	*Asteraceae*	*Ambrosia deltoidea*	(en blanco)	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Ambrosia dumosa*	Hierba del burro	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Artemisia carruthii*	Estragón	-	H	N	-	-	AI, SAR	01, 02
Asterales	*Asteraceae*	*Artemisia ludoviciana*	Estragón	-	H	N	-	-	AI, SAR	01, 02, 03, 04
Asterales	*Asteraceae*	*Baccharis pteronioides*	Yerba de pasmo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Baccharis salicifolia*	Batamote	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Baccharis sarothroides*	Romerillo	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Baileya multiradiata*	Hierba Amarilla	-	H	N	-	-	AP, AI,	01, 02

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
									SAR	
Asterales	*Asteraceae*	*Bebbia juncea*	Palo Dulce	-	H	N	-	-	AI, SAR	03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Brickellia californica*	(en blanco)	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Brickellia spinulosa*	Cola de Zorra	-	Ar	End - N	-	-	AP, AI, SAR	02, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Dyssodia papposa*	Flor de muerto	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04
Asterales	*Asteraceae*	*Encelia farinosa*	Flor de Rocío	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Flourensia cernua*	Hojasén	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Gutierrezia sarothrae*	Hierba de San Nicolás	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Heterosperma pinnatum*	Jarilla	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04
Asterales	*Asteraceae*	*Packera candidissima*	Hierba del Fuego	-	H	End - N	-	-	AP, AI, SAR	03
Asterales	*Asteraceae*	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del Golpe	-	H	N	-	-	AP, SAR	01
Asterales	*Asteraceae*	*Parthenium incanum*	Mariola	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Asterales	*Asteraceae*	*Pectis papposa*	Limoncillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01
Asterales	*Asteraceae*	*Picradeniopsis absinthifolia*	Aceitilla Amarilla	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01
Asterales	*Asteraceae*	*Roldana hartwegii*	(en blanco)	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03
Asterales	*Asteraceae*	*Sidneya tenuifolia*	Aceitilla	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01
Asterales	*Asteraceae*	*Stephanomeria pauciflora*	Paja del desierto	-	H	N	-	-	AI, SAR	01, 02
Asterales	*Asteraceae*	*Stevia serrata*	Burrillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	03
Asterales	*Asteraceae*	*Taraxacum officinale*	Diente de león	-	H	Ex	-	-	AP, AI	02, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Thymophylla pentachaeta*	Limoncillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Tithonia tubaeformis*	Gigantón	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Asterales	*Asteraceae*	*Verbesina encelioides*	Hierba de la Bruja	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	03, 04
Asterales	*Asteraceae*	*Viguiera dentata*	Chamiso	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Xanthium strumarium*	Cadillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Asterales	*Asteraceae*	*Zinnia acerosa*	Zinnia	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Asterales	*Campanulaceae*	*Lobelia fenestralis*	Cola de Zorra	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	03
Boraginales	*Boraginaceae*	*Heliotropium curassavicum*	Hierba de Fuego	-	H	N	LC	-	SAR	04
Boraginales	*Boraginaceae*	*Nama hispida*	Campanitas de arena	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Boraginales	*Boraginaceae*	*Tiquilia canescens*	Oreja de perro	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Brassicales	*Bataceae*	*Batis maritima*	Saladilla	-	H	N	-	-	SAR	05
Brassicales	*Brassicaceae*	*Dimorphocarpa wislizeni*	Vaina de Anteojos	-	H	N	-	-	AI, SAR	05
Brassicales	*Brassicaceae*	*Sisymbrium irio*	Mostacilla	-	H	Ex	-	-	AP, AI, SAR	01
Brassicales	*Capparaceae*	*Atamisquea emarginata*	Atamisqui	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Brassicales	*Koeberliniaceae*	*Koeberlinia spinosa*	Corona de Espinas	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Caryophyllales	*Achatocarpaceae*	*Phaulothamnus spinescens*	Bachata	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Caryophyllales	*Aizoaceae*	*Mesembryanthemum crystallinum*	Escarcha	-	H	Ex	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Caryophyllales	*Amaranthaceae*	*Amaranthus palmeri*	Quelite	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Caryophyllales	*Amaranthaceae*	*Atriplex barclayana*	chamizo	-	Ar	End - N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Caryophyllales	*Amaranthaceae*	*Atriplex canescens*	chamizo	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Caryophyllales	*Amaranthaceae*	*Gomphrena nitida*	Mota de obispo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Caryophyllales	*Amaranthaceae*	*Salsola kali*	Rodadora	-	Ar	Ex	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Caryophyllales	*Amaranthaceae*	*Tidestromia lanuginosa*	Hierba ceniza	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Carnegiea gigantea*	Saguaro	A	A	N	LC	II	SAR	05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Coryphantha macromeris*	Biznaga Partida	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Coryphantha recurvata ssp. recurvata*	Biznagade Espinas Curvas	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	03, 04
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Cylindropuntia arbuscula*	Choya Arbusto	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Cylindropuntia bigelovii*	Choya Güera	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	03, 04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Cylindropuntia fulgida*	Choya de Cadena	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Cylindropuntia leptocaulis*	Tasajillo	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Echinocactus horizonthalonius*	Meloncillo	-	Ar	N	LC	II	AP, AI,	01

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
									SAR	
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Echinocereus coccineus*	Alicoche Norteño	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Echinocereus enneacanthus*	Alicoche Real	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Echinocereus fendleri ssp. rectispinus*	Alicoche	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Echinocereus pectinatus*	Alicoche Peine	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Echinocereus stramineus*	Alicoche Sanjuanero	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Epithelantha micromeris*	Biznaga Blanca	Pr	Ar	N	LC	II	SAR	01
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Escobaria vivipara*	Estrella de la tarde	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Ferocactus cylindraceus*	Biznaga Barril	Pr	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Ferocactus emoryi*	Biznaga Barril de Sonora	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Ferocactus wislizenii*	Biznaga de Agua	-	Ar	N	VU	II	AP, AI, SAR	01, 02
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Glandulicactus uncinatus*	Biznaga Bola	A	Ar	N	-	II	AP, SAR	01
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Grusonia schottii*	Cholla Abrojo	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Lophocereus schottii*	Cabeza de Viejo	Pr	A	N	LC	II	AP, AI, SAR	04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Mammillaria grahamii*	Biznaga Chollo	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Mammillaria sheldonii*	Biznaga	-	A	End - N	-	II	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Opuntia engelmannii*	Nopal Cuijo	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 04
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Opuntia macrocentra*	Nopal Violáceo	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Opuntia phaeacantha*	Nopal de Chihuahua	-	Ar	N	LC	II	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Pachycereus pringlei*	Cardón	-	A	End - N	LC	II	AP, AI, SAR	04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Peniocereus striatus*	Jacamatraca	-	Ar	N	LC	II	AI, SAR	04, 05
Caryophyllales	*Cactaceae*	*Stenocereus thurberi*	Pitayo Dulce	-	A	N	LC	II	AP, AI, SAR	03, 04, 05
Caryophyllales	*Nyctaginaceae*	*Abronia maritima*	Alfombrilla	-	H	N	-	-	AI, SAR	01, 05
Caryophyllales	*Nyctaginaceae*	*Allionia incarnata*	Hierba de la Hormiga	-	H	N	-	-	AI, SAR	01
Caryophyllales	*Polygonaceae*	*Eriogonum abertianum*	Flor de Borrego	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Caryophyllales	*Simmondsiaceae*	*Simmondsia chinensis*	Jojoba	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Caryophyllales	*Stegnospermataceae*	*Stegnosperma halimifolium*	Amole	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Celastrales	*Celastraceae*	*Canotia holacantha*	Junco	-	Ar	N	LC	-	AI, SAR	03, 04, 05
Commelinales	*Commelinaceae*	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	-	H	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 04, 05
Cornales	*Loasaceae*	*Cevallia sinuata*	Ortiguilla ceniza	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Cucurbitales	*Cucurbitaceae*	*Ibervillea sonorae*	Choya Guani	-	H	End - N	-	-	SAR	04
Ephedrales	*Ephedraceae*	*Ephedra trifurca*	Cola de Zorra	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Ericales	*Ericaceae*	*Arbutus xalapensis*	Madroño	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	03
Ericales	*Ericaceae*	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Ericales	*Fouquieriaceae*	*Fouquieria columnaris*	Cirio	-	A	End - N	VU	II	AP, AI, SAR	04, 05
Ericales	*Fouquieriaceae*	*Fouquieria splendens*	Ocotillo	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Ericales	*Sapotaceae*	*Sideroxylon occidentale*	Coma	-	A	End - N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Caesalpinia pulcherrima*	Bigotillo	-	Ar	N	LC	-	SAR	04
Fabales	*Fabaceae*	*Calliandra eriophylla*	Charrasquillo	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Fabales	*Fabaceae*	*Coursetia glandulosa*	Palo Dulce	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Dalea formosa*	Engordacabras	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Eysenhardtia orthocarpa*	Palo Dulce	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	03, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Havardia mexicana*	Palo Chino	-	A	End - N	LC	-	AP, AI, SAR	03, 04
Fabales	*Fabaceae*	*Lupinus arizonicus*	Garbancillo del Desierto	-	H	N	LC	-	AI, SAR	04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Lupinus mexicanus*	Corazón Tranquilo	-	H	N	LC	-	AP, AI, SAR	03
Fabales	*Fabaceae*	*Marina parryi*	Dalea	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Mimosa dysocarpa*	Gatuño	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Olneya tesota*	Palo Fierro	Pr	A	N	NT	-	AP, AI, SAR	04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Parkinsonia aculeata*	Retama	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Parkinsonia florida*	Palo Verde Azul	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Parkinsonia microphylla*	Palo verde	-	A	N	LC	-	AP, AI,	01, 02, 04, 05

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
									SAR	
Fabales	*Fabaceae*	*Parkinsonia praecox*	Palo Brea	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Pithecellobium unguis-cati*	Coralillo	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Prosopis glandulosa*	Mezquite	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Prosopis velutina*	Mesquite Terciopelo	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Senegalia greggii*	Uña de gato	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Fabales	*Fabaceae*	*Senna wislizeni*	Vara prieta	-	Ar	N	-	-	AI, SAR	01, 02
Fabales	*Fabaceae*	*Vachellia campechiana*	Guinolo	-	Ar	N	LC	-	SAR	04
Fabales	*Fabaceae*	*Vachellia constricta*	Largoncillos	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Fagales	*Fagaceae*	*Quercus arizonica*	Encino Blanco	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Fagales	*Fagaceae*	*Quercus emoryi*	Encino bellotero	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Fagales	*Fagaceae*	*Quercus grisea*	Encino Gris	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Fagales	*Fagaceae*	*Quercus hypoleucoides*	Encino Plateado	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Fagales	*Fagaceae*	*Quercus macvaughii*	Encino rojo	-	A	End - N	NT	-	AP, AI, SAR	03
Fagales	*Fagaceae*	*Quercus rugosa*	Encino Quiebra Hacha	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Fagales	*Fagaceae*	*Quercus sideroxyla*	Chaparro	-	A	End - N	LC	-	AP, AI, SAR	03
Gentianales	*Apocynaceae*	*Asclepias albicans*	Hierbajo Lechoso	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	04, 05
Gentianales	*Apocynaceae*	*Asclepias angustifolia*	Algodoncillo	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Gentianales	*Apocynaceae*	*Asclepias linaria*	Romerillo	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04
Gentianales	*Rubiaceae*	*Bouvardia ternifolia*	Trompetilla	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	03, 04
Gentianales	*Rubiaceae*	*Randia thurberi*	Vara de Cruz	-	Ar	End - N	LC	-	SAR	04
Lamiales	*Acanthaceae*	*Anisacanthus thurberi*	Chuparrosa	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Lamiales	*Acanthaceae*	*Dicliptera resupinata*	Alfalfilla	-	H	N	-	-	AI, SAR	03, 04, 05
Lamiales	*Acanthaceae*	*Elytraria imbricata*	Cordeoncillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Lamiales	*Acanthaceae*	*Justicia californica*	Chuparrosa	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Lamiales	*Acanthaceae*	*Justicia candicans*	Espuela de Caballero	-	H	N	-	-	AP, AI,	01, 02

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
									SAR	
Lamiales	*Acanthaceae*	*Tetramerium nervosum*	Corrimiento	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	04, 05
Lamiales	*Bignoniaceae*	*Chilopsis linearis*	Mimbre	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Lamiales	*Bignoniaceae*	*Tecoma stans*	Tronadora	-	Ar	N	LC	-	AI, SAR	03, 04, 05
Lamiales	*Lamiaceae*	*Salvia ballotiflora*	Salvia	-	H	N	-	-	AI, SAR	01, 02
Lamiales	*Oleaceae*	*Fraxinus gooddingii*	Fresno	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	03, 04
Lamiales	*Oleaceae*	*Fraxinus velutina*	Fresno Terciopelo	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04, 05
Lamiales	*Oleaceae*	*Menodora scabra*	Jazminillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01
Lamiales	*Orobanchaceae*	*Castilleja lanata*	Garañona	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01
Lamiales	*Orobanchaceae*	*Castilleja tenuiflora*	Garañona	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	03, 04
Lamiales	*Plantaginaceae*	*Penstemon campanulatus*	Aretillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Lamiales	*Scrophulariaceae*	*Buddleja scordioides*	Escobilla	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Lamiales	*Verbenaceae*	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Lamiales	*Verbenaceae*	*Aloysia wrightii*	Oreganillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Cnidoscolus angustidens*	Mala Mujer	-	Ar	N	-	-	SAR	04
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Croton sonorae*	Vara Blanca	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	04, 05
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Euphorbia hyssopifolia*	Hierba de la Golondrina	-	H	N	-	II	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Euphorbia polycarpa*	Alfombra de Arena	-	H	N	-	II	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Jatropha cardiophylla*	Sangre de Grado	-	Ar	N	-	-	SAR	04
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Jatropha cinerea*	Sangre de Grado	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	04, 05
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Jatropha cordata*	Papelillo	-	A	End - N	-	-	AP, AI, SAR	04, 05
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Jatropha cuneata*	Matacora	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Jatropha dioica*	Sangre de Drago	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Malpighiales	*Euphorbiaceae*	*Ricinus communis*	Higuerilla	-	Ar	Ex	-	-	AP, AI, SAR	02
Malpighiales	*Passifloraceae*	*Passiflora arizonica*	(en blanco)	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Malpighiales	*Salicaceae*	*Populus tremuloides*	Álamo Temblón	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Malvales	*Malvaceae*	*Abutilon incanum*	Tronadora	-	H	N	LC	-	AP, AI, SAR	04, 05
Malvales	*Malvaceae*	*Hibiscus denudatus*	Tulipán del Desierto	-	H	N	-	-	AI, SAR	04, 05
Malvales	*Malvaceae*	*Sphaeralcea angustifolia*	Hierba del Negro	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 05
Malvales	*Malvaceae*	*Sphaeralcea coulteri*	Malva del desierto	-	H	N	-	-	SAR	04
Malvales	*Malvaceae*	*Sphaeralcea hastulata*	Malva del desierto	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 04, 05
Pinales	*Cupressaceae*	*Juniperus deppeana*	Cedro	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Pinales	*Pinaceae*	*Pinus arizonica*	Pino de Arizona	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Pinales	*Pinaceae*	*Pinus cembroides*	Pino Piñonero	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	03
Pinales	*Pinaceae*	*Pinus engelmannii*	Pino Apache	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Pinales	*Pinaceae*	*Pinus herrerae*	Ocote Chino	-	A	End - N	LC	-	SAR	03
Pinales	*Pinaceae*	*Pinus leiophylla*	Pino Chimonque	-	A	End - N	LC	-	AP, AI, SAR	03
Piperales	*Saururaceae*	*Anemopsis californica*	Hierba Mansa	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Poales	*Bromeliaceae*	*Tillandsia recurvata*	Paixtle	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Poales	*Poaceae*	*Aristida adscensionis*	Zacate de agua	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Poales	*Poaceae*	*Aristida divaricata*	Tres Barbas	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04
Poales	*Poaceae*	*Bothriochloa barbinodis*	Popotillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Poales	*Poaceae*	*Bouteloua aristidoides*	Navajita Aguja	-	H	N	-	-	SAR	04
Poales	*Poaceae*	*Bouteloua barbata*	Navajita	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01
Poales	*Poaceae*	*Bouteloua curtipendula*	Zacate banderita	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Poales	*Poaceae*	*Bouteloua hirsuta*	Navajita	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Poales	*Poaceae*	*Cenchrus ciliaris*	Pasto Buffel	-	H	Ex	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Poales	*Poaceae*	*Cynodon dactylon*	Pata de gallo	-	H	Ex	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Poales	*Poaceae*	*Dasyochloa pulchella*	Zacate borreguero	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Poales	*Poaceae*	*Eragrostis intermedia*	Zacate Llanero	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04
Poales	*Poaceae*	*Eragrostis obtusiflora*	zacate jihuite	-	H	End - N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Poales	*Poaceae*	*Hilaria mutica*	Toboso	-	H	N	-	-	AP, AI,	01, 02, 04

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
									SAR	
Poales	*Poaceae*	*Kalinia obtusiflora*	zacate jihuite	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Poales	*Poaceae*	*Muhlenbergia montana*	Pasto de Montaña	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Poales	*Poaceae*	*Tridens muticus*	Tridente	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01
Polypodiales	*Dennstaedtiaceae*	*Pteridium aquilinum*	Helecho Águila	-	H	-	-	-	AP, AI, SAR	03
Polypodiales	*Pteridaceae*	*Astrolepis cochisensis*	Doradilla Norteña	-	H	N	-	-	AI, SAR	01
Proteales	*Platanaceae*	*Platanus wrightii*	Sicómoro	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	03, 04
Ranunculales	*Berberidaceae*	*Berberis haematocarpa*	Carrasquilla	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	03, 04
Ranunculales	*Berberidaceae*	*Berberis trifoliolata*	Agrito	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Ranunculales	*Papaveraceae*	*Argemone ochroleuca*	Cardo Santo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Rosales	*Cannabaceae*	*Celtis pallida*	Granjeno	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Rosales	*Cannabaceae*	*Celtis reticulata*	Acebuche	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Rosales	*Rhamnaceae*	*Ceanothus buxifolius*	(en blanco)	-	Ar	End - N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Rosales	*Rhamnaceae*	*Condalia ericoides*	Abrojo	-	Ar	N	-	-	AI, SAR	01, 02
Rosales	*Rhamnaceae*	*Condalia globosa*	Sarampión	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	04, 05
Rosales	*Rhamnaceae*	*Condalia warnockii*	Crucillo	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Rosales	*Rhamnaceae*	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	04, 05
Rosales	*Rhamnaceae*	*Sarcomphalus obtusifolius*	Tecomblate	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Rosales	*Rosaceae*	*Cercocarpus montanus*	Caoba de Montaña	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Santalales	*Santalaceae*	*Arceuthobium vaginatum*	Flor Negra de Ocote	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	03
Sapindales	*Anacardiaceae*	*Rhus glabra*	Zumaque	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Sapindales	*Anacardiaceae*	*Rhus microphylla*	Agrillo	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Sapindales	*Anacardiaceae*	*Rhus trilobata*	Agrito	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04
Sapindales	*Anacardiaceae*	*Rhus virens*	Lantrisco	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	01, 02
Sapindales	*Burseraceae*	*Bursera fagaroides*	Torote	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	04, 05
Sapindales	*Burseraceae*	*Bursera laxiflora*	Torote Prieto	-	A	End -	NT	-	AP, AI,	04, 05

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
						N			SAR	
Sapindales	*Burseraceae*	*Bursera microphylla*	Torote	-	A	N	LC	-	AP, AI, SAR	03, 04, 05
Sapindales	*Sapindaceae*	*Acer grandidentatum*	Arce	-	A	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Sapindales	*Sapindaceae*	*Cardiospermum corindum*	Bejuco Tronador	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	04, 05
Sapindales	*Sapindaceae*	*Dodonaea viscosa*	Chapulixtle	-	Ar	N	LC	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Selaginellales	*Selaginellaceae*	*Selaginella lepidophylla*	Doradilla	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01
Solanales	*Convolvulaceae*	*Ipomoea purpurea*	Campanilla	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	02, 03, 04
Solanales	*Solanaceae*	*Datura discolor*	Chayotillo	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	04, 05
Solanales	*Solanaceae*	*Datura wrightii*	Toloache	-	H	N	-	-	AI, SAR	03
Solanales	*Solanaceae*	*Lycium berlandieri*	Cilindrillo	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Solanales	*Solanaceae*	*Lycium californicum*	Sarampión	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 05
Solanales	*Solanaceae*	*Nicotiana glauca*	Tabaquillo	-	Ar	Ex	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Solanales	*Solanaceae*	*Solanum elaeagnifolium*	Pera	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02

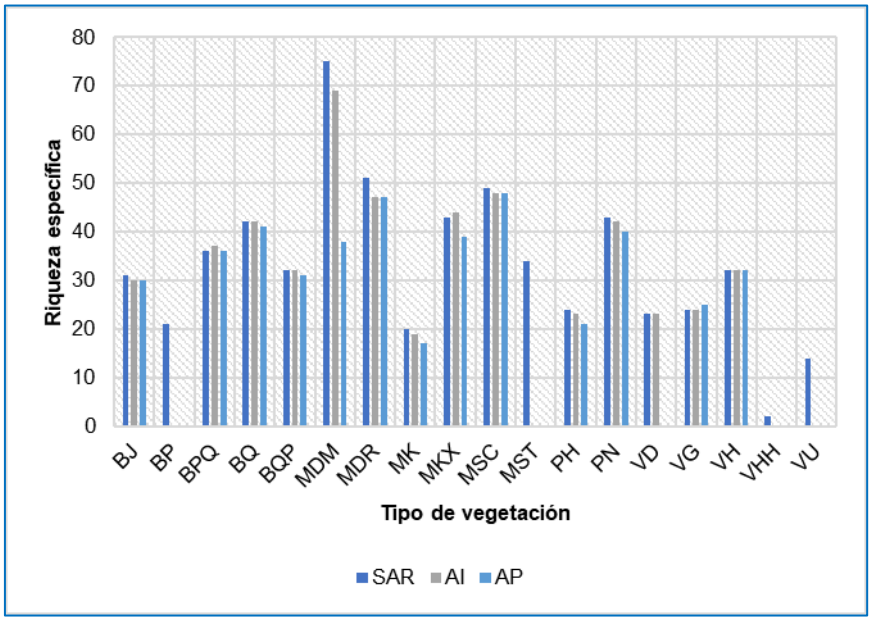
Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	IUCN	Apéndice CITES	Ubicación	Ecorregión
Solanales	*Solanaceae*	*Solanum rostratum*	Ayohuiztle	-	H	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02
Zygophyllales	*Krameriaceae*	*Krameria erecta*	Pico rosa	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 04, 05
Zygophyllales	*Krameriaceae*	*Krameria lanceolata*	Raíz de Ciruelilla	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	03, 04
Zygophyllales	*Zygophyllaceae*	*Larrea tridentata*	Gobernadora	-	Ar	N	-	-	AP, AI, SAR	01, 02, 03, 04, 05
Zygophyllales	*Zygophyllaceae*	*Tribulus terrestris*	Abrojo	-	H	Ex	-	-	AI, SAR	01, 02
Zygophyllales	*Zygophyllaceae*	*Viscainoa geniculata*	Guayacán	-	Ar	End - N	-	-	AP, AI, SAR	04, 05

IV.2.2.2.3. Análisis de diversidad y estructura

a) Diversidad por tipo de vegetación

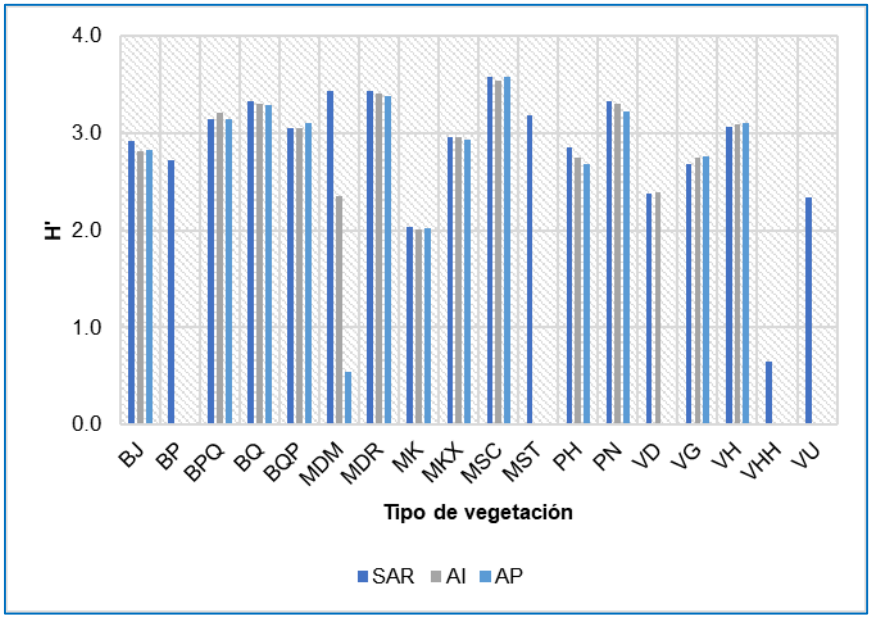
Los tipos de vegetación muestreados presentan una riqueza general de 2 a 75 especies, siendo la vegetación halófila hidrófila la que menos especies tiene y el matorral desértico micrófilo el de mayor riqueza específica. Como se observa en la siguiente figura y en la Tabla IV.59, los tipos de vegetación que presentan el mayor número de especies tanto en el SAR como en el AI y en el AP son matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y matorral sarcocaule.

Figura IV.62. Riqueza específica por tipo de vegetación presente en el AP, AI y SAR.



Como se muestra en la siguiente figura y en la Tabla IV.59, al correlacionar la riqueza específica con la abundancia registrada para cada especie mediante el índice de Shannon se obtuvo que de los 18 tipos de vegetación muestreados, 8 presentan una diversidad alta (BPQ, BQ, BQP, MDR, MSC, MST, PN y VH), es decir, con un índice de Shannon mayor a 3; 8 tipos de vegetación presentan una diversidad media (BJ, BP, MK, MKX, PH, VD, VG y VU), es decir, con un índice de Shannon entre 2 y 3; un tipo de vegetación presenta una diversidad baja (VHH), con un índice menor a 2; y uno presenta diversidad alta en el SAR, media en el AI y baja en el AP (MDM).

Figura IV.63. Índice de Shannon por tipo de vegetación.



La diversidad presente en cada zona (SAR, AI o AP) y tipo de vegetación es aún mayor en aquellas muestras con índices de Pielou altos dado que este índice se interpreta como una mejor distribución en la abundancia por especie, en este caso se consideró como un valor alto a aquellos superiores a 0.8, donde las vegetaciones de BPQ, BQ, BQP, MDR, MSC, MST, PN y VH son las que además de tener un índice de Shannon alto, también tienen una alta equidad, por lo tanto se consideran las poblaciones más diversas en el área de estudio.

De igual manera, como se observa en la siguiente tabla, se señala que el AP presenta una riqueza, índice de Shannon e índice de Pielou muy similar y en la mayoría de los casos inferior a los obtenidos para el AI y el SAR, lo cual sugiere que la diversidad presente en el AP se encuentra representada en las demás zonas.

Tabla IV.59. Índices de diversidad por tipo de vegetación.

Vegetación	Riqueza (S)				Índice de Shannon (H')			Índice de Equidad (J)		
	General	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP
BJ	31	31	30	30	2.918	2.816	2.819	0.850	0.828	0.829
BP	21	21	-	-	2.725	-	-	0.895	-	-
BPQ	38	36	37	36	3.143	3.201	3.137	0.877	0.887	0.876
BQ	42	42	42	41	3.322	3.302	3.283	0.889	0.883	0.884
BQP	32	32	32	31	3.053	3.053	3.098	0.881	0.881	0.902
MDM	75	75	69	38	3.425	2.354	0.545	0.793	0.556	0.150

Vegetación	Riqueza (S)				Índice de Shannon (H')			Índice de Equidad (J)		
	General	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP
MDR	51	51	47	47	3.432	3.409	3.373	0.873	0.885	0.876
MK	24	20	19	17	2.027	2.012	2.024	0.677	0.684	0.715
MKX	45	43	44	39	2.958	2.951	2.924	0.786	0.780	0.798
MSC	49	49	48	48	3.575	3.537	3.570	0.919	0.914	0.922
MST	34	34	-	-	3.175	-	-	0.901	-	-
PH	24	24	23	21	2.851	2.745	2.676	0.897	0.875	0.879
PN	43	43	42	40	3.320	3.302	3.218	0.883	0.883	0.872
VD	24	23	23	-	2.373	2.389	-	0.757	0.762	-
VG	25	24	24	25	2.679	2.746	2.761	0.843	0.864	0.858
VH	32	32	32	32	3.065	3.094	3.102	0.884	0.893	0.895
VHH	2	2	-	-	0.645	-	-	0.930	-	-
VU	14	14	-	-	2.332	-	-	0.884	-	-

	Riqueza mayor	>3	Diversidad alta		Alta equidad (>0.8)
	Riqueza media	Entre 2 y 3	Diversidad media		
	Riqueza menor	<2	Diversidad baja		

En cuanto a los índices de diversidad obtenidos por estrato y tipo de vegetación, se observa que, en la mayoría de los casos el estrato arbustivo es el que presenta los valores más altos en riqueza, Shannon y Pielou, esto tiene sentido si consideramos que en el caso de las comunidades áridas y semiáridas se trata de vegetación que se caracteriza por la dominancia de matorrales, mientras que en el caso de las comunidades templadas (bosques de pino, encino y sus variantes) son comunidades en las cuales el estrato arbóreo comúnmente se encuentra dominado por especies de pinos o encinos de unas cuantas especies, teniendo una mayor diversidad en los estratos inferiores, sobre todo cuando se trata de vegetación secundaria arbustiva en donde el estrato arbóreo es menos denso y permite la proliferación de arbustos y hierbas.

Así mismo, se observa que en el caso de los pastizales halófilo y natural el estrato más diverso es precisamente el estrato herbáceo, ya que esta vegetación se caracteriza por la presencia de herbáceas, teniendo ejemplares arbóreos o arbustivos escasos.

Finalmente, como se puede apreciar en la siguiente tabla, al hacer la comparación de los valores obtenidos en las diferentes zonas, se tiene que la riqueza y diversidad obtenida para el AP es similar y en la mayoría de los casos inferior a la del AI y el SAR en cada estrato y tipo de vegetación; lo cual indica que la diversidad por estrato en el AP se encuentra bien representada fuera de este polígono.

Tabla IV.60. Índices de diversidad por tipo de vegetación y estrato.

Vegetación	Estrato	Riqueza (S)			Índice de Shannon (H)			Índice de Equidad (J)		
		SAR	AI	AP	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP
BJ	A	5	5	5	1.298	1.157	1.119	0.807	0.719	0.695
	Ar	19	18	18	2.415	2.314	2.331	0.820	0.801	0.807
	H	7	7	7	1.784	1.548	1.471	0.917	0.796	0.756
BP	A	5	-	-	1.323	-	-	0.822	-	-
	Ar	7	-	-	1.676	-	-	0.861	-	-
	H	9	-	-	2.076	-	-	0.945	-	-
BPQ	A	11	10	11	2.068	2.123	2.122	0.863	0.922	0.885
	Ar	10	11	10	2.086	2.172	2.064	0.906	0.906	0.897
	H	15	16	15	2.239	2.382	2.348	0.827	0.859	0.867
BQ	A	10	10	10	1.881	1.882	1.837	0.817	0.817	0.798
	Ar	21	21	20	2.701	2.649	2.650	0.887	0.870	0.885
	H	11	11	11	2.091	2.084	2.057	0.872	0.869	0.858
BQP	A	8	8	8	1.870	1.935	1.941	0.899	0.930	0.934
	Ar	13	13	12	2.212	2.190	2.179	0.862	0.854	0.877
	H	11	11	11	1.888	1.948	1.996	0.788	0.813	0.832
MDM	A	7	7	2	1.362	1.005	0.693	0.700	0.517	1.000
	Ar	42	41	27	2.899	1.834	0.488	0.776	0.494	0.148
	H	26	21	9	2.543	2.489	1.797	0.781	0.818	0.818
MDR	A	3	3	3	1.051	1.076	1.006	0.956	0.980	0.915
	Ar	29	27	28	2.982	2.977	2.933	0.886	0.903	0.880
	H	19	17	16	2.320	2.260	2.260	0.788	0.798	0.815
MK	A	4	3	4	0.725	0.740	0.795	0.523	0.674	0.573
	Ar	8	8	7	1.480	1.447	1.367	0.712	0.696	0.703
	H	8	8	6	1.201	1.087	1.147	0.578	0.523	0.640

Vegetación	Estrato	Riqueza (S)			Índice de Shannon (H)			Índice de Equidad (J)		
		SAR	AI	AP	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP
MKX	A	6	6	6	0.899	1.152	1.062	0.502	0.643	0.593
	Ar	19	19	19	2.533	2.397	2.434	0.860	0.814	0.827
	H	18	19	14	2.208	2.050	1.993	0.764	0.696	0.755
MSC	A	15	14	14	2.425	2.401	2.357	0.895	0.910	0.893
	Ar	25	25	25	2.880	2.851	2.903	0.895	0.886	0.902
	H	9	9	9	1.966	1.896	1.991	0.895	0.863	0.906
MST	A	9	-	-	2.041	-	-	0.929	-	-
	Ar	19	-	-	2.526	-	-	0.858	-	-
	H	6	-	-	1.360	-	-	0.759	-	-
PH	A	1	1	1	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	Ar	7	7	7	1.776	1.774	1.809	0.913	0.912	0.929
	H	16	15	13	2.603	2.469	2.354	0.939	0.912	0.918
PN	A	4	4	3	1.304	1.348	1.045	0.941	0.972	0.951
	Ar	17	17	17	2.528	2.581	2.495	0.892	0.911	0.881
	H	22	21	20	2.586	2.441	2.427	0.837	0.802	0.810
VD	A	3	3	-	0.506	0.584	-	0.460	0.531	-
	Ar	12	12	-	2.065	1.994	-	0.831	0.803	-
	H	8	8	-	1.737	1.808	-	0.835	0.870	-
VG	A	4	4	4	0.718	0.700	0.878	0.518	0.505	0.633
	Ar	13	13	13	2.282	2.346	2.245	0.890	0.915	0.875
	H	7	7	8	1.316	1.649	1.545	0.676	0.848	0.743
VH	A	4	4	4	1.021	1.119	1.100	0.736	0.807	0.793
	Ar	19	19	19	2.669	2.698	2.695	0.907	0.916	0.915
	H	9	9	9	1.588	1.776	1.728	0.723	0.808	0.786
VHH	H	2	-	-	0.645	-	-	0.930	-	-

Vegetación	Estrato	Riqueza (S)			Índice de Shannon (H)			Índice de Equidad (J)		
		SAR	AI	AP	SAR	AI	AP	SAR	AI	AP
VU	A	1	-	-	0.000	-	-	-	-	-
	Ar	9	-	-	1.918	-	-	0.873	-	-
	H	4	-	-	1.040	-	-	0.750	-	-

	Riqueza mayor	>3	Diversidad alta		Alta equidad (>0.8)
	Riqueza media	Entre 2 y 3	Diversidad media		
	Riqueza menor	<2	Diversidad baja		

b) Estructura por tipo de vegetación (índice de valor de importancia)

Como se aprecia en los resultados obtenidos y presentados en el Estudio de caracterización de flora y su memoria de cálculo (**Anexo IV.4**), la mayoría de las especies presentes en el AP presentan un IVI similar al obtenido en el AI o en el SAR, lo cual significa que se encuentran bien representadas en dichas zonas y que por lo tanto la ejecución del Proyecto no pondrá en riesgo a aquellas especies características que le confieren la estructura al tipo de vegetación y estrato, estas últimas se muestran en la siguiente tabla, en donde se presentan las 3 especies con mayor valor de importancia en cada estrato y tipo de vegetación, estas son las especies características por su abundancia, densidad, frecuencia de aparición y cobertura.

Tabla IV.61. Especies con mayor IVI% en cada estrato y tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Ubicación		
			AP	AI	SAR
BJ	A	*Acer grandidentatum*	-	-	12.93
		Eysenhardtia orthocarpa	19.33	21.28	24.52
		Quercus arizonica	16.12	16.62	-
		Quercus emoryi	54.03	49.11	43.26
	Ar	*Arctostaphylos pungens*	-	13.23	9.30
		Bouvardia ternifolia	11.02	-	-
		Juniperus deppeana	25.06	24.56	22.46
		Rhus trilobata	10.67	9.15	11.86
	H	*Aristida adscensionis*	12.08	18.23	20.96

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Ubicación		
			AP	AI	SAR
		Bouteloua hirsuta	44.69	40.54	30.17
		Castilleja tenuiflora	-	11.99	-
		Verbesina encelioides	11.22	-	10.87
BP	A	*Acer grandidentatum*	-	-	18.58
		Pinus engelmannii	-	-	32.43
		Pinus herrerae	-	-	26.70
	Ar	*Arbutus xalapensis*	-	-	21.97
		Brickellia californica	-	-	14.81
		Cercocarpus montanus	-	-	29.99
	H	*Castilleja tenuiflora*	-	-	13.97
		Elytraria imbricata	-	-	13.30
		Packera candidissima	-	-	19.73
BPQ	A	*Quercus arizonica*	14.42	20.37	21.03
		Quercus emoryi	19.02	13.86	14.78
		Quercus grisea	12.72	15.60	12.26
	Ar	*Arbutus xalapensis*	15.49	-	13.58
		Arctostaphylos pungens	16.98	16.73	-
		Cercocarpus montanus	-	15.92	22.75
		Rhus trilobata	18.48	15.58	12.78
	H	*Aristida adscensionis*	-	-	9.67
		Bouteloua curtipendula	13.41	16.16	-
		Bouteloua hirsuta	22.70	22.27	26.79
		Pteridium aquilinum	10.19	8.19	10.33
BQ	A	*Quercus arizonica*	25.39	20.79	22.04
		Quercus emoryi	25.74	28.34	25.83

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Ubicación		
			AP	AI	SAR
		Quercus hypoleucoides	14.03	11.77	13.31
	Ar	*Brickellia californica*	6.24	7.71	7.73
		Cercocarpus montanus	16.15	15.72	15.41
		Rhus trilobata	13.54	14.82	12.18
	H	*Aristida adscensionis*	11.12	14.18	8.70
		Bouteloua curtipendula	20.63	19.47	21.96
		Bouteloua hirsuta	21.96	20.05	21.46
BQP	A	*Quercus arizonica*	15.46	19.20	15.69
		Quercus hypoleucoides	19.13	19.51	25.42
		Quercus mcvaughii	17.20	16.87	16.15
	Ar	*Brickellia californica*	12.46	11.60	-
		Cercocarpus montanus	23.58	26.81	22.52
		Juniperus deppeana	-	-	11.16
		Rhus trilobata	10.91	10.07	11.21
	H	*Aristida adscensionis*	13.43	-	10.49
		Bouteloua curtipendula	16.64	22.57	22.02
		Bouteloua hirsuta	28.78	25.87	27.22
		Lobelia fenestralis	-	10.89	-
MDM	A	*Bursera microphylla*	-	17.50	9.97
		Parkinsonia florida	58.00	-	15.44
		Prosopis velutina	-	56.86	47.03
		Stenocereus thurberi	-	13.00	-
		Yucca elata	42.00	-	-
	Ar	*Cylindropuntia imbricata*	-	3.14	5.55
		Fouquieria splendens	15.23	13.78	14.21

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Ubicación		
			AP	AI	SAR
		Larrea tridentata	71.96	40.57	19.39
		Opuntia macrocentra	0.74	-	-
	H	*Aristida adscensionis*	-	14.20	12.91
		Bouteloua hirsuta	33.14	13.51	16.41
		Dasyochloa pulchella	12.33	-	-
		Gutierrezia sarothrae	14.14	13.55	16.38
MDR	A	*Prosopis glandulosa*	55.05	37.85	55.52
		Yucca elata	25.80	34.45	26.73
		Yucca torreyi	19.15	27.70	17.75
	Ar	*Agave lechuguilla*	8.02	-	6.52
		Cylindropuntia imbricata	-	9.04	6.53
		Fouquieria splendens	11.03	11.59	12.31
		Larrea tridentata	6.61	-	-
		Nolina texana	-	7.00	-
	H	*Bouteloua barbata*	16.62	16.40	16.72
		Dasyochloa pulchella	-	12.72	-
		Thymophylla pentachaeta	19.06	20.78	20.56
		Tiquilia canescens	13.31	-	12.88
MK	A	*Parkinsonia aculeata*	-	-	3.34
		Prosopis glandulosa	49.02	52.94	56.72
		Prosopis velutina	41.44	40.42	36.72
		Sideroxylon occidentale	6.46	6.64	-
	Ar	*Aloysia gratissima*	14.74	-	-
		Celtis pallida	-	14.80	14.26
		Cylindropuntia imbricata	35.49	31.02	33.97

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Ubicación		
			AP	AI	SAR
		Cylindropuntia leptocaulis	30.01	31.62	27.72
	H	*Cenchrus ciliaris*	48.39	56.06	51.54
		Gutierrezia sarothrae	20.56	15.12	13.76
		Xanthium strumarium	12.48	16.06	12.85
MKX	A	*Parkinsonia aculeata*	8.75	9.25	9.90
		Prosopis glandulosa	41.74	39.73	43.56
		Prosopis velutina	32.14	34.42	37.56
	Ar	*Cylindropuntia leptocaulis*	12.89	12.57	11.85
		Jatropha dioica	9.68	10.53	-
		Mimosa aculeaticarpa	15.81	16.24	14.52
		Mimosa dysocarpa	-	-	10.09
	H	*Aristida adscensionis*	21.22	19.76	17.19
		Bouteloua curtipendula	14.07	14.81	12.69
		Cenchrus ciliaris	25.48	26.13	22.98
MSC	A	*Bursera microphylla*	13.18	13.47	14.58
		Jatropha cordata	12.42	12.66	-
		Pachycereus pringlei	-	-	10.59
		Parkinsonia florida	-	10.81	-
		Parkinsonia praecox	13.71	-	12.25
	Ar	*Cylindropuntia bigelovii*	9.28	9.77	10.28
		Fouquieria splendens	13.00	11.78	10.90
		Larrea tridentata	-	8.26	8.03
		Mimosa aculeaticarpa	7.32	-	-
	H	*Aristida adscensionis*	15.64	16.26	17.66
		Bouteloua hirsuta	19.80	23.95	20.69

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Ubicación		
			AP	AI	SAR
		Thymophylla pentachaeta	18.43	19.46	18.78
MST	A	*Eysenhardtia orthocarpa*	-	-	14.84
		Parkinsonia praecox	-	-	19.00
		Prosopis velutina	-	-	18.99
	Ar	*Cylindropuntia bigelovii*	-	-	10.35
		Cylindropuntia leptocaulis	-	-	10.71
		Senegalia greggii	-	-	16.39
	H	*Bouteloua aristidoides*	-	-	31.49
		Bouteloua hirsuta	-	-	36.92
		Sphaeralcea coulteri	-	-	12.91
PH	A	*Prosopis glandulosa*	100.00	100.00	100.00
	Ar	*Atriplex canescens*	24.67	27.18	28.69
		Condalia warnockii	-	-	12.64
		Cylindropuntia leptocaulis	19.49	16.49	17.19
		Koeberlinia spinosa	14.05	14.41	-
	H	*Baileya multiradiata*	13.42	12.43	8.16
		Bothriochloa barbinodis	-	-	12.67
		Eragrostis obtusiflora	13.74	13.20	-
		Tiquilia canescens	14.83	12.00	13.81
PN	A	*Prosopis glandulosa*	16.74	24.08	15.56
		Quercus arizonica	44.72	19.88	24.15
		Quercus emoryi	38.54	43.57	47.71
	Ar	*Agave asperrima*	-	-	10.30
		Cylindropuntia imbricata	10.90	11.92	12.64
		Dalea formosa	9.05	-	-

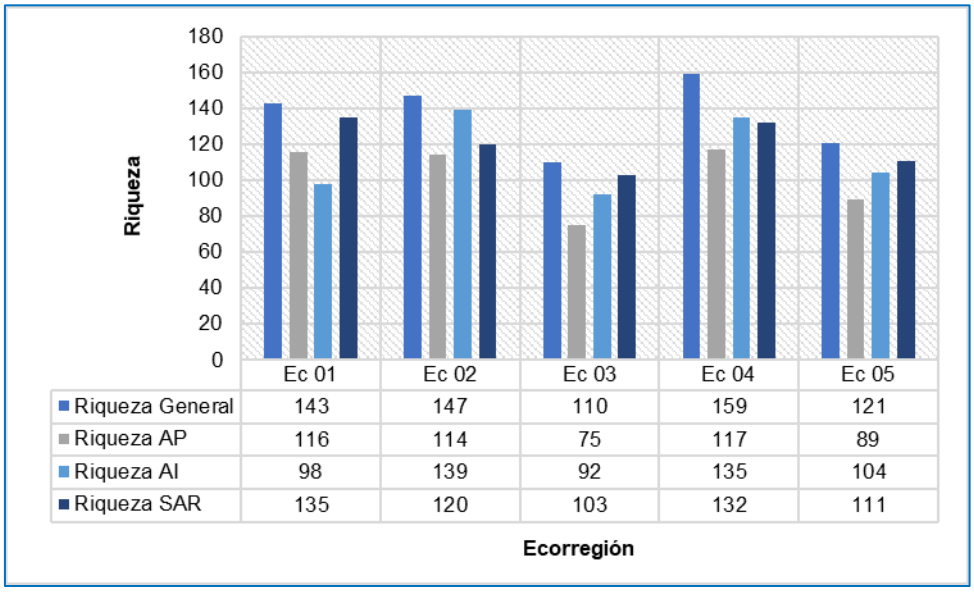
Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Ubicación		
			AP	AI	SAR
		Mimosa aculeaticarpa	12.31	10.82	12.26
		Nolina texana	-	10.27	-
	H	*Aristida adscensionis*	14.73	14.56	12.73
		Bouteloua curtipendula	12.73	13.75	12.60
		Eragrostis intermedia	15.31	13.72	14.12
VD	A	*Parkinsonia microphylla*	-	6.32	6.45
		Prosopis glandulosa	-	68.77	71.63
		Prosopis velutina	-	24.91	21.93
	Ar	*Koeberlinia spinosa*	-	20.09	21.88
		Lycium berlandieri	-	22.57	20.36
		Lycium californicum	-	13.27	14.71
	H	*Dimorphocarpa wislizeni*	-	17.78	18.91
		Thymophylla pentachaeta	-	15.41	10.83
		Tidestromia lanuginosa	-	29.91	36.65
VG	A	*Chilopsis linearis*	12.95	-	-
		Populus tremuloides	26.54	22.81	13.68
		Prosopis glandulosa	52.64	57.02	60.48
		Sideroxylon occidentale	-	11.92	21.03
	Ar	*Celtis pallida*	17.18	14.65	12.85
		Phaulothamnus spinescens	-	-	13.02
		Sarcomphalus obtusifolius	10.44	9.35	-
		Senegalia greggii	17.08	15.24	16.65
	H	*Amaranthus palmeri*	11.35	-	13.22
		Cenchrus ciliaris	30.84	29.20	41.79
		Conium maculatum	-	10.26	-

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Ubicación		
			AP	AI	SAR
		Xanthium strumarium	31.55	30.91	25.78
VH	A	*Mammillaria sheldonii*	11.83	-	-
		Parkinsonia microphylla	-	12.33	12.70
		Prosopis glandulosa	45.60	37.79	44.61
		Prosopis velutina	30.95	38.39	32.51
	Ar	*Atriplex barclayana*	8.48	10.60	-
		Atriplex canescens	11.27	11.27	12.46
		Cylindropuntia imbricata	-	-	10.52
		Koeberlinia spinosa	-	8.67	10.37
		Lycium berlandieri	8.20	-	-
	H	*Ambrosia dumosa*	-	-	7.48
		Anemopsis californica	-	-	9.53
		Euphorbia polycarpa	-	13.91	-
		Mesembryanthemum crystallinum	11.31	-	-
		Sphaeralcea angustifolia	9.99	8.58	-
		Tidestromia lanuginosa	37.89	37.77	46.08
VHH	H	*Abronia maritima*	-	-	60.58
		Batis maritima	-	-	39.42
VU	A	*Prosopis velutina*	-	-	100.00
	Ar	*Atriplex barclayana*	-	-	29.71
		Jatropha cuneata	-	-	10.38
		Koeberlinia spinosa	-	-	12.99
	H	*Abronia maritima*	-	-	52.01
		Euphorbia polycarpa	-	-	18.87
		Mesembryanthemum crystallinum	-	-	16.51

c) Diversidad por tipo de vegetación y ecorregión

Al realizar el análisis de la información por ecorregión se observa que la Ecorregión 04 es la que posee mayor riqueza de especies, seguida de la Ecorregión 02 y la Ecorregión 01, con 159, 147 y 143 especies, respectivamente (Figura IV.64), siendo estas ecorregiones las que presentan la mayor diversidad también en tipos de vegetación con 8 tipos de vegetación presentes en la Ecorregión 04 y 7 tipos de vegetación presentes en la Ecorregión 01 y 02; mientras que la Ecorregión 03 y 05 presentan 6 y 5 tipos de vegetación, respectivamente.

Figura IV.64. Riqueza general por ecorregión.



Así mismo, la riqueza específica también puede estar relacionada con que la Ecorregión 02 y 04 son zonas de transición entre vegetación árida y semiárida con vegetación templada por lo cual la riqueza de especies es mayor, mientras que la Ecorregión 03 sólo posee vegetación templada y la Ecorregión 01 y 05 sólo poseen vegetación árida y semiárida.

Los tipos de vegetación con mayor riqueza específica son matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y matorral sarcocaule, de los cuales sólo el primero se encuentra presente en las 5 ecorregiones en las cuales se ubican el SAR, AI y AP, mientras que la vegetación de matorral desértico rosetófilo sólo se encuentra en la Ecorregión 01 y el matorral sarcocaule sólo se encuentra en la Ecorregión 04 y 05 (Tabla IV.62).

Tabla IV.62. Riqueza registrada por ecorregión por tipo de vegetación.

Vegetación	Riqueza (S)				
	Ecorregión 01	Ecorregión 02	Ecorregión 03	Ecorregión 04	Ecorregión 05
BJ	-	-	31	31	-

Vegetación	Riqueza (S)				
	Ecorregión 01	Ecorregión 02	Ecorregión 03	Ecorregión 04	Ecorregión 05
BP	-	-	21	-	-
BPQ	-	-	38	-	-
BQ	-	36	42	37	-
BQP	-	-	32	-	-
MDM	58	54	44	50	50
MDR	51	-	-	-	-
MK	18	15	-	17	-
MKX	-	35	-	33	30
MSC	-	-	-	48	49
MST	-	-	-	34	-
PH	24	24	-	-	-
PN	36	36	23	31	-
VD	20	-	-	-	23
VG	24	25	-	24	23
VH	32	24	-	-	31
VHH	-	-	-	-	2
VU	-	-	-	-	14

	Riqueza mayor
	Riqueza media
	Riqueza menor

En la Tabla IV.63 se presentan los valores de riqueza, Shannon y Equidad obtenidos por tipo de vegetación y ecorregión en el AP, AI y SAR, en donde se observa lo siguiente:

- Ecorregión 01: los tipos de vegetación con mayor riqueza específica en el AP son matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo, pastizal natural y vegetación halófila; en cuanto al índice de Shannon, el cual es una medida estandarizada de la diversidad susceptible de compararse aun cuando las muestras son diferentes, se obtuvo que sólo la vegetación de matorral desértico rosetófilo y el pastizal natural del AP, AI y SAR, así como el matorral desértico micrófilo del SAR, poseen una diversidad alta, con un índice de Shannon superior a 3, mientras que la vegetación de matorral desértico micrófilo del AI y AP, así como

el bosque de mezquite poseen una diversidad media (índice de Shannon entre 2 y 3) y en los demás tipos de vegetación la diversidad es baja (índice de Shannon menor a 2). La índice equidad de Pielou muestra que la vegetación de matorral desértico rosetófilo y el pastizal natural además de ser los tipos de vegetación más diversos también son las que poseen una mejor distribución de la abundancia por especie.

- Ecorregión 02: los tipos de vegetación con mayor riqueza y diversidad de Shannon son el pastizal natural y el bosque de encino, los cuales también poseen una alta equidad; mientras que la vegetación de matorral desértico micrófilo del AP y AI, así como el bosque de mezquite en el SAR son los tipos de vegetación con la diversidad más baja, el resto poseen una diversidad media.
- Ecorregión 03: los tipos de vegetación con mayor riqueza, diversidad de Shannon y equidad son el bosque de pino – encino, el bosque de encino y el bosque de encino – pino, los demás tipos de vegetación presentan una diversidad media con excepción del matorral desértico micrófilo del AP, el cual presenta una diversidad baja y una riqueza de sólo 2 especies, este tipo de vegetación en el AP es el que ocupa la menor superficie en esta ecorregión con sólo 1.22 ha de las 260.16 ha ocupadas por la Ecorregión 03, destaca que el resto de la superficie presenta vegetación templada, la cual es representativa de esta ecorregión.
- Ecorregión 04: los tipos de vegetación con mayor riqueza, diversidad y equidad son el bosque de encino, matorral sarcocaule, matorral subtropical y el pastizal natural, mientras que los tipos de vegetación que resguardan una menor diversidad son el matorral desértico micrófilo en el AP y el bosque de mezquite.
- Ecorregión 05: el tipo de vegetación con mayor riqueza, diversidad y equidad es el matorral sarcocaule tanto en el AP como en el AI y el SAR, así como el matorral desértico micrófilo en el AI y el SAR, y la vegetación halófila xerófila en el AP; por el contrario, la vegetación de matorral desértico micrófilo en el AP, así como la vegetación de desiertos arenosos y la vegetación halófila hidrófila del SAR son las menos diversidades con índices de Shannon inferiores a 2.

Conforme a lo anterior, de forma general los tipos de vegetación que resguardan la mayor diversidad presente en el AP son el matorral desértico micrófilo y el pastizal natural en la Ecorregión 01; el bosque de encino y el pastizal natural en la Ecorregión 02; el bosque de pino – encino, bosque de encino y bosque de encino – pino en la Ecorregión 03; el bosque de encino, matorral sarcocaule y pastizal natural en la Ecorregión 04; así como el matorral sarcocaule y vegetación halófila xerófila en la Ecorregión 05; destacando que estos tipos de vegetación presentan también una alta diversidad en el AI y/o en el SAR para cada ecorregión, con excepción de la vegetación halófila xerófila cuya diversidad es media en el AI y en el SAR, sin embargo, se observa que sus valores son muy similares con un índice de Shannon de 3.052 en el AP, de 2.756 en el AI y 2.894 en el SAR. Así mismo se señala que la diversidad obtenida para el AP en cada tipo de vegetación y ecorregión es similar e incluso menor en la mayoría de los casos, en comparación a la diversidad obtenida para los mismos tipos de vegetación y ecorregión del AI y/o del SAR, por lo cual se concluye que la diversidad presente en el AP se encuentra bien representada fuera de esta zona.

Tabla IV.63. Índices de diversidad por ecorregión y tipo de vegetación.

Ecorregión	Vegetación	Riqueza (S)			Shannon (H')			Equidad (J)		
		AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
Ecorregión 01	MDM	36	1	58	0.454	0.000	3.037	0.127	-	0.748
	MDR	47	47	51	3.373	3.409	3.432	0.876	0.885	0.873
	MK	16	17	13	1.973	1.949	1.669	0.712	0.688	0.651
	PH	21	23	24	2.675	2.752	2.849	0.879	0.878	0.896
	PN	30	33	27	3.129	3.190	3.110	0.920	0.913	0.944
	VD	-	-	20	-	-	2.610	-	-	0.871
	VG	17	17	17	2.509	2.493	2.439	0.886	0.880	0.861
	VH	30	12	29	2.794	2.244	2.692	0.822	0.903	0.800
Ecorregión 02	BQ	32	34	35	3.136	3.242	3.262	0.905	0.919	0.918
	MDM	7	46	54	0.117	1.101	2.971	0.060	0.288	0.745
	MK	-	-	15	-	-	1.937	-	-	0.715
	MKX	30	31	32	2.613	2.647	2.675	0.768	0.771	0.772
	PH	16	20	19	2.566	2.641	2.628	0.925	0.882	0.893
	PN	34	35	36	3.154	3.227	3.305	0.895	0.908	0.922
	VG	20	24	18	2.590	2.711	2.614	0.865	0.853	0.904
	VH	22	24	-	2.731	2.742	-	0.884	0.863	-
Ecorregión 03	BJ	27	30	30	2.789	2.786	2.769	0.846	0.819	0.814
	BP	-	-	21	-	-	2.725	-	-	0.895
	BPQ	36	37	36	3.137	3.201	3.143	0.876	0.887	0.877
	BQ	40	41	42	3.226	3.279	3.275	0.875	0.883	0.876
	BQP	31	32	32	3.098	3.053	3.053	0.902	0.881	0.881
	MDM	2	37	37	0.547	2.870	3.053	0.789	0.795	0.846
	PN	18	-	20	2.680	-	2.749	0.927	-	0.918

Ecorregión	Vegetación	Riqueza (S)			Shannon (H')			Equidad (J)		
		AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
Ecorregión 04	BJ	18	24	24	2.523	2.652	2.878	0.873	0.835	0.906
	BQ	35	32	37	3.219	3.009	3.128	0.905	0.868	0.866
	MDM	2	48	48	0.533	2.980	2.989	0.769	0.770	0.772
	MK	13	13	13	1.761	1.764	1.929	0.687	0.688	0.752
	MKX	30	33	27	2.681	2.753	2.607	0.788	0.787	0.791
	MSC	46	42	-	3.494	3.448	-	0.913	0.923	-
	MST	-	-	34	-	-	3.175	-	-	0.901
	PN	29	30	31	3.076	3.118	3.120	0.913	0.917	0.909
	VG	-	18	18	-	2.548	2.495	-	0.882	0.863
Ecorregión 05	MDM	2	49	50	0.554	3.072	3.110	0.799	0.790	0.795
	MKX	24	24	26	2.690	2.669	2.644	0.846	0.840	0.812
	MSC	47	48	49	3.557	3.528	3.575	0.924	0.911	0.919
	VD	-	23	6	-	2.389	1.203	-	0.762	0.671
	VG	20	-	16	2.679	-	2.543	0.894	-	0.917
	VH	28	24	24	3.052	2.756	2.894	0.916	0.867	0.911
	VHH	-	-	2	-	-	0.645	-	-	0.930
	VU	-	-	14	-	-	2.332	-	-	0.884

	Riqueza mayor	>3	Diversidad alta	Alta equidad (>0.8)
	Riqueza media	Entre 2 y 3	Diversidad media	
	Riqueza menor	<2	Diversidad baja	

Con respecto a los índices obtenidos por estrato, tipo de vegetación y ecorregión, los cuales se presentan en la Tabla IV.64, se observa lo siguiente:

- Ecorregión 01: esta ecorregión se encuentra dominada por tipos de vegetación cuya estructura característica es arbustiva o herbácea, en este sentido es que los índices obtenidos muestran una mayor diversidad en estos estratos, por el contrario, el estrato arbóreo es el menos diverso en todos los tipos de vegetación.

- Ecorregión 02: ocurre lo mismo que en la Ecorregión 01, dominan tipos de vegetación en donde la mayor diversidad se encuentra presente en el estrato arbustivo seguido del herbáceo, dado que se trata de ecosistemas característicos de estos estratos; destaca la presencia del bosque de encino en esta ecorregión, único tipo de vegetación templado, el cual al ubicarse en una zona de transición se encuentra dominado por especies arbustivas.
- Ecorregión 03: aun cuando esta ecorregión se encuentra dominada por tipos de vegetación cuya estructura característica en fase primaria es arbórea, los índices obtenidos indican que el estrato más diverso es el arbustivo, seguido del herbáceo, lo cual puede deberse a que al tratarse de comunidades templadas (bosques de pino, encino y sus variantes) son comunidades en las cuales el estrato arbóreo comúnmente se encuentra dominado por pinos o encinos de unas cuantas especies, teniendo una mayor diversidad en los estratos inferiores, sobre todo cuando se trata de vegetación secundaria arbustiva en donde el estrato arbóreo es menos denso y permite el crecimiento de arbustos y hierbas. Lo anterior podrá verificarse más adelante con el IVI, el cual refleja la importancia de cada especie en el estrato por tipo de vegetación.
- Ecorregión 04: el estrato más diverso es el arbustivo en todos los tipos de vegetación, seguido del estrato herbáceo, mientras que el estrato arbóreo es el que tiene menos riqueza, diversidad y equidad, lo cual se debe al igual que en las demás ecorregiones a que los tipos de vegetación presentes en el Ecorregión 04 se caracterizan por tratarse de matorrales o vegetación herbácea, con excepción del bosque de táscate y bosque de encino, sin embargo, estos al ubicarse en una zona de transición entre un clima templado y semiárido tiene las condiciones propicias para que las especies dominen en su fase arbustiva.
- Ecorregión 05: de igual forma en esta ecorregión el estrato arbustivo es el que tiene una mayor riqueza, diversidad y equidad que los demás estratos, dado que la totalidad de los tipos de vegetación en esta ecorregión tiene como estrato característico al arbustivo seguido del herbáceo.

De manera general, se observa que por estrato, todos los tipos de vegetación y ecorregiones presentan una diversidad media o baja, con índices de Shannon inferiores a 2; específicamente, en la Ecorregión 01 y 04 la vegetación de bosque de mezquite presenta una diversidad baja en todos sus estratos, tanto en el AP, como en el AI y en el SAR, lo mismo ocurre con la vegetación de matorral desértico micrófilo en la Ecorregión 03 y 04, así como con la vegetación de desiertos arenosos, vegetación de galería, vegetación halófila hidrófila y vegetación de dunas costeras en la Ecorregión 05. Finalmente, se señala que la riqueza, diversidad y equidad es similar en la muestra del AP en comparación con el AI y el SAR, en muchos casos incluso es inferior en el AP, lo cual indica que la diversidad por estrato en cada tipo de vegetación y ecorregión también se encuentra bien representada en el AI y/o en el SAR.

Tabla IV.64. Índices de diversidad por ecorregión, tipo de vegetación y estrato.

Ecorregión	Vegetación	Estrato	Riqueza (S)			Shannon (H')			Equidad (J)		
			AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
Ecorregión	MDM	A	2	-	4	0.500	-	1.374	0.500	-	0.991

Ecorregión	Vegetación	Estrato	Riqueza (S)			Shannon (H')			Equidad (J)		
			AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
01		Ar	27	1	33	0.899	0.000	2.521	0.102	-	0.721
		H	7	-	21	0.214	-	2.443	0.786	-	0.803
	MDR	A	3	3	3	1.006	1.076	1.051	0.915	0.980	0.956
		Ar	28	27	29	2.933	2.977	2.982	0.880	0.903	0.886
		H	16	17	19	2.260	2.260	2.320	0.815	0.798	0.788
	MK	A	3	3	1	0.723	0.655	0.000	0.658	0.596	-
		Ar	7	7	5	1.343	1.356	1.432	0.690	0.697	0.890
		H	6	7	7	1.196	1.031	1.171	0.667	0.530	0.602
	PH	A	1	1	1	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Ar	7	7	7	1.793	1.764	1.786	0.921	0.907	0.918
		H	13	15	16	2.354	2.478	2.591	0.918	0.915	0.935
	PN	A	1	2	1	0.000	0.693	0.000	-	1.000	-
		Ar	15	15	13	2.487	2.473	2.400	0.919	0.913	0.936
		H	14	16	13	2.320	2.370	2.414	0.879	0.855	0.941
	VD	A	-	-	3	-	-	0.463	-	-	0.422
		Ar	-	-	10	-	-	2.022	-	-	0.878
		H	-	-	7	-	-	1.841	-	-	0.946
	VG	A	2	2	3	0.556	0.474	0.652	0.444	0.684	0.593
		Ar	11	11	9	0.136	2.146	1.989	0.864	0.895	0.905
		H	4	4	5	0.281	1.119	1.179	0.719	0.807	0.732
	VH	A	4	1	4	0.639	0.000	0.700	0.361	-	0.505
		Ar	18	8	18	0.122	1.934	2.336	0.879	0.930	0.808
		H	8	3	7	0.237	0.887	1.039	0.763	0.807	0.534
Ecorregión 02	BQ	A	8	9	9	1.762	1.981	1.941	0.847	0.902	0.883
		Ar	14	15	16	2.471	2.495	2.540	0.936	0.921	0.916

Ecorregión	Vegetación	Estrato	Riqueza (S)			Shannon (H')			Equidad (J)		
			AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
		H	10	10	10	2.087	1.984	2.142	0.906	0.862	0.931
	MDM	A	-	4	4	-	1.237	1.361	-	0.892	0.982
		Ar	1	31	33	1.000	0.908	2.457	0.000	0.264	0.703
		H	6	11	17	0.306	2.342	2.193	0.694	0.977	0.774
	MK	A	-	-	3	-	-	0.730	-	-	0.664
		Ar	-	-	7	-	-	1.419	-	-	0.729
		H	-	-	5	-	-	1.044	-	-	0.648
	MKX	A	2	2	2	0.159	0.208	0.079	0.230	0.299	0.114
		Ar	16	16	16	2.374	2.378	2.505	0.856	0.858	0.904
		H	12	13	14	1.941	1.854	2.170	0.781	0.723	0.822
	PH	A	1	1	1	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Ar	7	7	7	1.874	1.785	1.671	0.963	0.917	0.859
		H	8	12	11	1.986	2.212	2.140	0.955	0.890	0.893
	PN	A	1	2	2	0.000	0.637	0.691	-	0.918	0.997
		Ar	16	16	16	2.501	2.565	2.550	0.902	0.925	0.920
		H	17	17	18	2.380	2.380	2.584	0.840	0.840	0.894
	VG	A	3	4	2	0.568	0.708	0.536	0.517	0.511	0.773
		Ar	11	13	11	2.148	2.304	2.207	0.896	0.898	0.921
		H	6	7	5	1.258	1.491	1.362	0.702	0.766	0.847
	VH	A	3	3	-	0.789	0.641	-	0.718	0.583	-
		Ar	13	14	-	2.256	2.313	-	0.880	0.876	-
		H	6	7	-	1.435	1.755	-	0.801	0.902	-
Ecorregión	BJ	A	4	5	5	0.403	0.390	1.272	0.597	0.610	0.791

Ecorregión	Vegetación	Estrato	Riqueza (S)			Shannon (H')			Equidad (J)		
			AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
03		Ar	17	18	19	0.144	0.152	2.254	0.856	0.848	0.766
		H	6	7	6	0.309	0.308	1.497	0.691	0.693	0.836
	BP	A	-	-	5	-	-	1.323	-	-	0.822
		Ar	-	-	7	-	-	1.676	-	-	0.861
		H	-	-	9	-	-	2.076	-	-	0.945
	BPQ	A	11	10	11	2.122	2.123	2.068	0.885	0.922	0.863
		Ar	10	11	10	2.064	2.172	2.086	0.897	0.906	0.906
		H	15	16	15	2.348	2.382	2.239	0.867	0.859	0.827
	BQ	A	10	10	10	0.213	1.860	1.900	0.787	0.808	0.825
		Ar	20	20	21	0.105	2.620	2.641	0.895	0.875	0.867
		H	10	11	11	0.173	2.112	1.951	0.827	0.881	0.814
	BQP	A	8	8	8	1.941	1.935	1.870	0.934	0.930	0.899
		Ar	12	13	13	2.179	2.190	2.212	0.877	0.854	0.862
		H	11	11	11	1.996	1.948	1.888	0.832	0.813	0.788
	MDM	A	-	4	4	-	0.420	0.385	-	0.580	0.615
		Ar	2	24	21	0.639	0.226	0.158	0.361	0.774	0.842
		H	-	9	12	-	0.136	0.163	-	0.864	0.837
	PN	A	1	-	1	0.000	-	0.000	-	-	-
		Ar	9	-	10	1.905	-	2.116	0.867	-	0.919
		H	8	-	9	1.975	-	1.933	0.950	-	0.880
Ecorregión 04	BJ	A	4	4	4	0.457	0.378	1.177	0.543	0.622	0.849
		Ar	10	15	15	0.183	0.172	2.401	0.817	0.829	0.887
		H	4	5	5	0.455	0.316	1.559	0.546	0.684	0.969
	BQ	A	9	9	9	0.230	1.605	1.449	0.770	0.730	0.660
		Ar	18	17	19	0.090	2.402	2.619	0.910	0.848	0.889

Ecorregión	Vegetación	Estrato	Riqueza (S)			Shannon (H')			Equidad (J)		
			AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
		H	8	6	9	0.202	1.568	1.936	0.798	0.875	0.881
	MDM	A	-	4	4	-	0.539	0.575	-	0.461	0.425
		Ar	2	29	28	0.652	0.194	0.225	0.348	0.806	0.775
		H	-	15	16	-	0.123	0.099	-	0.877	0.902
	MK	A	3	2	3	0.296	0.335	0.563	0.270	0.483	0.512
		Ar	5	7	5	1.341	1.550	1.361	0.833	0.796	0.846
		H	5	4	5	0.976	1.040	1.228	0.607	0.750	0.763
	MKX	A	5	5	3	0.794	0.748	0.331	0.493	0.465	0.301
		Ar	15	15	13	2.252	2.298	2.252	0.832	0.849	0.878
		H	10	13	11	1.844	2.021	2.006	0.801	0.788	0.837
	MSC	A	14	13	-	2.328	2.362	-	0.882	0.921	-
		Ar	23	21	-	2.755	2.770	-	0.879	0.910	-
		H	9	8	-	2.071	1.652	-	0.943	0.795	-
	MST	A	-	-	9	-	-	2.041	-	-	0.929
		Ar	-	-	19	-	-	2.526	-	-	0.858
		H	-	-	6	-	-	1.360	-	-	0.759
	PN	A	2	2	2	0.653	0.644	0.637	0.943	0.929	0.918
		Ar	12	12	12	2.326	2.393	2.336	0.936	0.963	0.940
		H	15	16	17	2.300	2.301	2.394	0.849	0.830	0.845
	VG	A	-	3	2	-	0.615	0.587	-	0.559	0.413
		Ar	-	10	12	-	2.118	0.139	-	0.920	0.861
		H	-	5	4	-	1.567	0.388	-	0.974	0.612
Ecorregión	MDM	A	-	4	4	-	0.770	0.919	-	0.555	0.663

Ecorregión	Vegetación	Estrato	Riqueza (S)			Shannon (H')			Equidad (J)		
			AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
05		Ar	2	28	29	0.554	2.523	2.591	0.799	0.757	0.769
		H	-	17	17	-	2.468	2.420	-	0.871	0.854
	MKX	A	5	5	4	0.704	1.012	0.445	0.438	0.629	0.321
		Ar	13	12	13	2.312	2.112	2.365	0.902	0.850	0.922
		H	6	7	9	1.556	1.864	1.904	0.868	0.958	0.867
	MSC	A	13	14	15	2.337	2.396	2.425	0.911	0.908	0.895
		Ar	25	25	25	2.905	2.841	2.880	0.903	0.883	0.895
		H	9	9	9	1.930	1.905	1.966	0.878	0.867	0.895
	VD	A	-	3	1	-	0.584	0.000	-	0.531	-
		Ar	-	12	3	-	1.994	0.743	-	0.803	0.676
		H	-	8	2	-	1.808	0.683	-	0.870	0.985
	VG	A	3	-	2	0.445	-	0.680	0.555	-	0.320
		Ar	11	-	11	0.147	-	0.129	0.853	-	0.871
		H	6	-	3	0.266	-	0.444	0.734	-	0.556
	VH	A	4	3	3	0.385	0.806	0.716	0.615	0.734	0.652
		Ar	17	14	14	0.074	2.304	2.396	0.926	0.873	0.908
		H	7	7	7	0.337	1.744	1.773	0.663	0.896	0.911
	VHH	H	-	-	2	-	-	0.645	-	-	0.930
	VU	A	-	-	1	-	-	0.000	-	-	-
		Ar	-	-	9	-	-	1.918	-	-	0.873
		H	-	-	4	-	-	1.040	-	-	0.750

	Riqueza mayor	>3	Diversidad alta		Alta equidad (>0.8)
	Riqueza media	Entre 2 y 3	Diversidad media		
	Riqueza menor	<2	Diversidad baja		

d) Estructura por ecorregión

Al igual que en el análisis general por tipo de vegetación, como se aprecia en los resultados obtenidos y presentados en el Estudio de caracterización de flora y su memoria de cálculo (**Anexo IV.4**), en cada ecorregión y tipo de vegetación, la mayoría de las especies presentes en el AP presentan un IVI similar al obtenido en el AI o en el SAR, lo cual significa que se encuentran bien representadas en dichas zonas y que por lo tanto la ejecución del Proyecto no pondrá en riesgo a aquellas especies características que le confieren la estructura al tipo de vegetación y estrato a nivel de ecorregiones.

IV.2.2.2.4. Especies en riesgo y endémicas

De las especies registradas se localizaron 7 listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 3 se encuentran en la categoría de amenazada y 4 sujetas a protección especial, estas en presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV.65. Especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	Ubicación	Tipo de vegetación	Ecorregión
Carnegiea gigantea	Saguaro	A	A	Nativa	SAR	MSC	Ec 05
Dasylirion acrotrichum	Sotol Verde	A	Ar	Endémica	AI, SAR	BPQ, BQ, BQP	Ec 02, Ec 03
Epithelantha micromeris	Biznaga Blanca	Pr	Ar	Nativa	SAR	MDR	Ec 01
Ferocactus cylindraceus	Biznaga Barril	Pr	Ar	Nativa	AP, AI, SAR	MDM, MSC, VH	Ec 01, Ec 02, Ec 03, Ec 04, Ec 05
Glandulicactus uncinatus	Biznaga Bola	A	Ar	Nativa	AP, SAR	MDR	Ec 01
Lophocereus schottii	Cabeza de Viejo	Pr	A	Nativa	AP, AI, SAR	MSC, MST	Ec 04, Ec 05
Olneya tesota	Palo Fierro	Pr	A	Nativa	AP, AI, SAR	MSC, MST	Ec 04, Ec 05

Así mismo, es importante mencionar que se localizaron 103 especies en la Lista Roja de la IUCN, sin embargo, de estas sólo 3 se encuentran en la categoría de casi amenazada (NT), 2 son vulnerables (VU) y el resto se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC). Las 5 primeras se muestran en la siguiente tabla junto con las 33 especies presentes en el Apéndide II del CITES.

Tabla IV.66. Especies listadas en la Lista Roja de la IUCN y Apéndice II del CITES.

Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Ubicación
Carnegiea gigantea	Saguaro	A	LC	II	SAR
Epithelantha micromeris	Biznaga Blanca	Pr	LC	II	SAR
Ferocactus cylindraceus	Biznaga Barril	Pr	LC	II	AP, AI, SAR
Glandulicactus uncinatus	Biznaga Bola	A	LC	II	AP, SAR
Lophocereus schottii	Cabeza de Viejo	Pr	LC	II	AP, AI, SAR
Olneya tesota	Palo Fierro	Pr	NT	-	AP, AI, SAR
Ferocactus wislizenii	Biznaga de Agua	-	VU	II	AP, AI, SAR
Mammillaria sheldonii	Biznaga	-	-	II	AP, AI, SAR
Fouquieria columnaris	Cirio	-	VU	II	AP, AI, SAR
Quercus macvaughii	Encino rojo	-	NT	-	AP, AI, SAR
Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la Golondrina	-	-	II	AP, AI, SAR
Euphorbia polycarpa	Alfombra de Arena	-	-	II	AP, AI, SAR
Bursera laxiflora	Torote Prieto	-	NT	-	AP, AI, SAR
Coryphantha macromeris	Biznaga Partida	-	LC	II	AP, AI, SAR
Coryphantha recurvata ssp. recurvata	Biznagade Espinas Curvas	-	LC	II	AP, AI, SAR
Cylindropuntia arbuscula	Choya Arbusto	-	LC	II	AP, AI, SAR
Cylindropuntia bigelovii	Choya Güera	-	LC	II	AP, AI, SAR
Cylindropuntia fulgida	Choya de Cadena	-	LC	II	AP, AI, SAR
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	-	LC	II	AP, AI, SAR
Cylindropuntia leptocaulis	Tasajillo	-	LC	II	AP, AI, SAR
Echinocactus horizonthalonius	Meloncillo	-	LC	II	AP, AI, SAR
Echinocereus coccineus	Alicoche Norteño	-	LC	II	AP, AI, SAR
Echinocereus enneacanthus	Alicoche Real	-	LC	II	AP, AI, SAR
Echinocereus fendleri ssp. rectispinus	Alicoche	-	LC	II	AP, AI, SAR
Echinocereus pectinatus	Alicoche Peine	-	LC	II	AP, AI, SAR

Especie	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES	Ubicación
Echinocereus stramineus	Alicoche Sanjuanero	-	LC	II	AP, AI, SAR
Escobaria vivipara	Estrella de la tarde	-	LC	II	AP, AI, SAR
Ferocactus emoryi	Biznaga Barril de Sonora	-	LC	II	AP, AI, SAR
Ferocactus wislizenii	Biznaga de Agua	-	VU	II	AP, AI, SAR
Grusonia schottii	Cholla Abrojo	-	LC	II	AP, AI, SAR
Mammillaria grahamii	Biznaga Chollo	-	LC	II	AP, AI, SAR
Opuntia engelmannii	Nopal Cuijo	-	LC	II	AP, AI, SAR
Opuntia macrocentra	Nopal Violáceo	-	LC	II	AP, AI, SAR
Opuntia phaeacantha	Nopal de Chihuahua	-	LC	II	AP, AI, SAR
Pachycereus pringlei	Cardón	-	LC	II	AP, AI, SAR
Peniocereus striatus	Jacamatraca	-	LC	II	AI, SAR
Stenocereus thurberi	Pitayo Dulce	-	LC	II	AP, AI, SAR
Mammillaria sheldonii	Biznaga	-	-	II	AP, AI, SAR
Fouquieria columnaris	Cirio	-	VU	II	AP, AI, SAR
Euphorbia hyssopifolia	Hierba de la Golondrina	-	-	II	AP, AI, SAR
Euphorbia polycarpa	Alfombra de Arena	-	-	II	AP, AI, SAR

Respecto a su distribución, de acuerdo con la plataforma Enciclovida de CONABIO (2023), se registraron 24 especies endémicas a México, de estas, 19 especies se registraron en el AP, estas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.67. Especies endémicas registradas en los sitios de muestreo.

Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	Ubicación	Tipo de vegetación	Ecorregión
Agave palmeri	Lechuguilla	-	Ar	End - N	AP, AI, SAR	BJ, BQ	03, 04
Dasylirion acrotrichum	Sotol Verde	A	Ar	End - N	AI, SAR	BPQ, BQ, BQP	02, 03
Yucca madrensis	Yuca de la Sierra Madre	-	Ar	End - N	AP, AI, SAR	BJ, BQ	03, 04

Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	Ubicación	Tipo de vegetación	Ecorregión
Adenophyllum cancellatum	Cimpasúchil	-	H	End - N	AP, AI, SAR	MDM, MKX, PN	01, 02
Aldama linearis	Romerillo	-	H	End - N	AI, SAR	MDM, MKX, PN	01, 02
Brickellia spinulosa	Cola de Zorra	-	Ar	End - N	AP, AI, SAR	MKX	02, 04, 05
Packera candidissima	Hierba del Fuego	-	H	End - N	AP, AI, SAR	BP, BPQ	03
Atriplex barclayana	chamizo	-	Ar	End - N	AP, AI, SAR	VD, VH, VU	01, 02, 05
Mammillaria sheldonii	Biznaga	-	A	End - N	AP, AI, SAR	VH	01, 02, 05
Pachycereus pringlei	Cardón	-	A	End - N	AP, AI, SAR	MSC	04, 05
Ibervillea sonorae	Choya Guani	-	H	End - N	SAR	MST	04
Fouquieria columnaris	Cirio	-	A	End - N	AP, AI, SAR	MSC	04, 05
Sideroxylon occidentale	Coma	-	A	End - N	AP, AI, SAR	MK, MKX, VG	01, 02, 04, 05
Havardia mexicana	Palo Chino	-	A	End - N	AP, AI, SAR	BJ	03, 04
Quercus macvaughii	Encino rojo	-	A	End - N	AP, AI, SAR	BPQ, BQP	03
Quercus sideroxyla	Chaparro	-	A	End - N	AP, AI, SAR	BQP	03
Randia thurberi	Vara de Cruz	-	Ar	End - N	SAR	MST	04
Jatropha cordata	Papelillo	-	A	End - N	AP, AI, SAR	MSC, MST	04, 05
Pinus herrerae	Ocote Chino	-	A	End - N	SAR	BP	03
Pinus leiophylla	Pino Chimonque	-	A	End - N	AP, AI, SAR	BQP	03
Eragrostis obtusiflora	zacate jihuite	-	H	End - N	AP, AI, SAR	PH	01, 02
Ceanothus buxifolius	(en blanco)	-	Ar	End - N	AP, AI, SAR	BP, BQ	02, 03, 04

Especie	Nombre común	NOM-059	Estrato	Dist.	Ubicación	Tipo de vegetación	Ecorregión
Bursera laxiflora	Torote Prieto	-	A	End - N	AP, AI, SAR	MSC, MST	04, 05
Viscainoa geniculata	Guayacán	-	Ar	End - N	AP, AI, SAR	MSC	04, 05

Por otro lado, cabe señalar que se registraron 11 especies exóticas, de las cuales 1 es además invasora, especies indicadoras de cierto grado de perturbación para la zona en la cual fueron registradas; todas presentes en el SAR y la mayoría presentes en el AI y AP, como se muestra en la siguiente tabla

Tabla IV.68. Especies exóticas e invasoras registradas en el SAR, AI y AP.

Especie	Nombre común	Estrato	Dist.	Ubicación	Tipo de vegetación	Ecorregión
Conium maculatum	Chuchupate	H	Ex - I	AP, AI, SAR	VG	01, 02, 04, 05
Ambrosia acanthicarpa	Estafiate	H	Ex	AP, AI, SAR	PH	01, 02
Sisymbrium irio	Mostacilla	H	Ex	AP, AI, SAR	MDR	01
Mesembryanthemum crystallinum	Escarcha	H	Ex	AP, AI, SAR	VD, VH, VU	01, 02, 05
Salsola kali	Rodadora	Ar	Ex	AP, AI, SAR	MDM, MK, MKX, PH	01, 02
Ricinus communis	Higuerilla	Ar	Ex	AP, AI, SAR	MKX	02
Cenchrus ciliaris	Pasto Buffel	H	Ex	AP, AI, SAR	MDM, MK, MKX, PN, VG	01, 02, 03, 04, 05
Cynodon dactylon	Pata de gallo	H	Ex	AP, AI, SAR	VG	01, 02, 04, 05
Nicotiana glauca	Tabaquillo	Ar	Ex	AP, AI, SAR	BJ, VG	01, 02, 03, 04, 05

Para contar con un análisis de la presencia de especies en NOM y endémicas se retomó el IVI obtenido tanto por tipo de vegetación como por ecorregión, lo cual se presenta en los siguientes incisos.

a) Valor de importancia de las especies en NOM y endémicas por tipo de vegetación

En la siguiente tabla se visualiza el IVI obtenido para aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en donde se observa que en general estas especies presentan valores de importancia por debajo del 10%, siendo *Olneya tesota* y *Lophocereus schottii* las que mayor IVI

presentan en vegetación de matorral subtropical, el cual únicamente se encuentra presente en el SAR; así mismo, se muestra que de las 5 especies presentes en el AP, 4 presentan un IVI menor en el AP que en el AI y el SAR, la excepción es *Ferocactus cylindraceus* en vegetación de MSC cuyo IVI es de 1.3% en el AP, mientras que en el AI es de 0.45% y en el SAR es de 0.85%, esto se debe a que dicha especie aunque presentó una densidad y cobertura similar entre AP, AI y SAR para el tipo de vegetación de MSC, presentó una frecuencia mayor, es decir, se registró en un mayor número de sitios muestreados.

Tabla IV.69. IVI% de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	IVI%		
			AP	AI	SAR
BPQ	Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.27	-
BQ	Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.80	1.82
BQP	Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.01	1.19
MDM	Ar	*Ferocactus cylindraceus*	-	0.18	0.29
MDR	Ar	*Epithelantha micromeris*	-	-	1.13
		Glandulicactus uncinatus	0.62	-	1.05
MSC	A	*Carnegiea gigantea*	-	-	0.82
		Olneya tesota	4.21	4.47	4.14
		Lophocereus schottii	3.79	4.74	4.63
	Ar	*Ferocactus cylindraceus*	1.30	0.45	0.85
MST	A	*Lophocereus schottii*	-	-	7.03
		Olneya tesota	-	-	9.57
VH	Ar	*Ferocactus cylindraceus*	0.48	1.36	1.55

De igual manera, en la siguiente tabla se muestran los valores de importancia expresados en porcentaje obtenidos para las especies endémicas de México, en donde se observa que todas las especies endémicas registradas en el AP se encuentran bien representadas en el AI o en el SAR en los mismos estratos y tipos de vegetación, con valores de importancia similares y en algunos casos superiores en el AI y/o en el SAR.

Tabla IV.70. IVI% de las especies endémicas de México.

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	IVI%		
			AP	AI	SAR
BJ	A	*Havardia mexicana*	7.05	4.11	6.83
	Ar	*Agave palmeri*	2.46	3.58	1.66
		Yucca madrensis	1.52	2.03	3.64
BP	A	*Pinus herrerae*	-	-	26.70
	Ar	*Ceanothus buxifolius*	-	-	8.10
	H	*Packera candidissima*	-	-	19.73
BPQ	A	*Quercus mcvaughii*	4.52	6.21	3.45
	Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.27	-
	H	*Packera candidissima*	2.81	3.37	3.83
BQ	Ar	*Agave palmeri*	2.35	2.50	0.71
		Ceanothus buxifolius	5.08	4.87	3.48
		Dasylirion acrotrichum	-	1.80	1.82
		Yucca madrensis	3.52	1.88	3.52
BQP	A	*Pinus leiophylla*	12.67	11.63	12.93
		Quercus mcvaughii	17.20	16.87	16.15
		Quercus sideroxyla	7.78	7.76	7.87
	Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.01	1.19
MDM	H	*Adenophyllum cancellatum*	-	-	0.68
		Aldama linearis	-	0.36	0.87
MK	A	*Sideroxylon occidentale*	6.46	6.64	-
MKX	A	*Sideroxylon occidentale*	5.92	6.20	2.52
	Ar	*Brickellia spinulosa*	5.06	4.20	4.75
	H	*Adenophyllum cancellatum*	1.16	1.14	1.28
		Aldama linearis	-	1.20	-

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	IVI%		
			AP	AI	SAR
MSC	A	*Bursera laxiflora*	3.23	5.03	5.14
		Fouquieria columnaris	0.40	0.75	1.06
		Jatropha cordata	12.42	12.66	9.95
		Pachycereus pringlei	9.56	9.82	10.59
	Ar	*Viscainoa geniculata*	3.41	4.47	3.29
MST	A	*Bursera laxiflora*	-	-	8.64
		Jatropha cordata	-	-	8.70
	Ar	*Randia thurberi*	-	-	4.49
	H	*Ibervillea sonorae*	-	-	4.02
PH	H	*Eragrostis obtusiflora*	13.74	13.20	8.02
PN	H	*Adenophyllum cancellatum*	0.74	-	1.36
		Aldama linearis	-	1.81	2.22
VD	Ar	*Atriplex barclayana*	-	9.28	7.30
VG	A	*Sideroxylon occidentale*	7.87	11.92	21.03
VH	A	*Mammillaria sheldonii*	11.83	11.48	10.17
	Ar	*Atriplex barclayana*	8.48	10.60	7.10
VU	Ar	*Atriplex barclayana*	-	-	29.71

b) Valor de importancia de las especies en NOM y endémicas por tipo de vegetación y ecorregión

En la siguiente tabla se resume el IVI obtenido por ecorregión para aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en donde se observa que la Ecorregión 05, específicamente la vegetación de matorral sarcocaule es la que presenta el mayor número de especies protegidas; así mismo se observa que en la mayoría de las especies presentes en el AP se encuentran bien representadas en el AI y en el SAR, la excepción es *Ferocactus cylindraceus* presente en vegetación halófila xerófila de la Ecorregión 01 y esta misma especie en matorral sarcocaule de la Ecorregión 04, no obstante, es una especie que se encuentra bien representada en el AI o en el SAR de las Ecorregiones 02, 03, 04 y 05 en vegetación halófila hidrófila, matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaule, además de que para todas estas especies serán incluidas en el programa de rescate y

reubicación de flora, mediante el cual se asegurará que las poblaciones que resulten removidas del AP persistan en los mismos tipos de vegetación y ecorregión en el AI o en el SAR.

Tabla IV.71. IVI% por ecorregión de la es especies protegidas.

Ecorregión	Tipo de vegetación	Estrato	Especie	IVI%		
				AP	AI	SAR
Ecorregión 01	MDR	Ar	*Epithelantha micromeris*	-	-	1.13
			Glandulicactus uncinatus	0.62	-	1.05
	VH	Ar	*Ferocactus cylindraceus*	1.04	-	-
Ecorregión 02	BQ	Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	6.11	3.26
	VH	Ar	*Ferocactus cylindraceus*	-	1.53	-
Ecorregión 03	BPQ	Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.27	-
	BQ	Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.02	2.16
	BQP	Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.01	1.19
	MDM	Ar	*Ferocactus cylindraceus*	-	1.74	2.03
Ecorregión 04	MDM	Ar	*Ferocactus cylindraceus*	-	0.20	-
	MSC	A	*Lophocereus schottii*	2.31	4.12	-
			Olneya tesota	5.74	4.13	-
		Ar	*Ferocactus cylindraceus*	1.22	-	-
	MST	A	*Lophocereus schottii*	-	-	7.03
			Olneya tesota	-	-	9.57
Ecorregión 05	MDM	Ar	*Ferocactus cylindraceus*	-	-	0.69
	MSC	A	*Carnegiea gigantea*	-	-	0.82
			Lophocereus schottii	4.18	4.82	4.63
			Olneya tesota	3.79	4.52	4.14
		Ar	*Ferocactus cylindraceus*	1.32	0.50	0.85
	VH	Ar	*Ferocactus cylindraceus*	-	2.97	3.70

Así mismo, en seguida se resume el IVI expresado en porcentaje para aquellas especies endémicas, por estrato, tipo de vegetación y ecorregión., en donde se aprecia que casi la totalidad de las especies presentes en el AP se encuentran representadas en el AI y/o SAR con índices de valor de importancia similares, la excepción es la especie *Adenophyllum cancellatum* presente en el estrato herbáceo de pastizal natural de la Ecorregión 01, la cual no se registró en el mismo tipo y ecorregión en el AI o en el SAR, sin embargo, esta especie se encuentra presente en vegetación de matorral desértico rosetófilo en la misma ecorregión, por otro lado, de acuerdo con la CONABIO (2023), en su compendio Malezas de México, la considera una especie de común distribución en pastizales perturbados u orillas de caminos, por lo cual no se considera una especie sensible a la perturbación de su hábitat.

Tabla IV.72. IVI% por ecorregión de las especies endémicas de México.

Ecorregión	Tipo de vegetación	Estrato	Especie	IVI%		
				AP	AI	SAR
Ecorregión 01	MDM	H	*Adenophyllum cancellatum*	-	-	1.93
			Aldama linearis	-	-	1.40
	MK	A	*Sideroxylon occidentale*	10.83	10.38	-
	PH	H	*Eragrostis obtusiflora*	13.65	12.24	8.11
	PN	H	*Adenophyllum cancellatum*	2.60	-	-
			Aldama linearis	-	2.87	10.53
	VD	Ar	*Atriplex barclayana*	-	-	10.62
	VG	A	*Sideroxylon occidentale*	38.51	29.24	-
	VH	A	*Mammillaria sheldonii*	7.96	-	5.10
		Ar	*Atriplex barclayana*	4.36	-	3.03
Ecorregión 02	BQ	Ar	*Ceanothus buxifolius*	5.86	2.83	5.45
			Dasylirion acrotrichum	-	6.11	3.26
	MDM	H	*Aldama linearis*	-	5.94	2.13
	MKX	Ar	*Brickellia spinulosa*	4.63	4.06	3.22
		H	*Adenophyllum cancellatum*	2.26	2.55	2.45
			Aldama linearis	-	2.69	-
	PH	H	*Eragrostis obtusiflora*	14.46	16.18	7.40
	PN	H	*Adenophyllum cancellatum*	0.89	-	3.17

Ecorregión	Tipo de vegetación	Estrato	Especie	IVI%		
				AP	AI	SAR
			Aldama linearis	-	3.60	2.63
	VG	A	*Sideroxylon occidentale*	-	12.86	31.59
	VH	A	*Mammillaria sheldonii*	16.41	19.40	-
		Ar	*Atriplex barclayana*	20.17	20.64	-
Ecorregión 03	BJ	A	*Havardia mexicana*	11.11	2.84	3.08
		Ar	*Agave palmeri*	3.47	2.12	1.72
			Yucca madrensis	2.15	0.96	1.29
	BP	A	*Pinus herrerae*	-	-	26.70
		Ar	*Ceanothus buxifolius*	-	-	8.10
		H	*Packera candidissima*	-	-	19.73
	BPQ	A	*Quercus mcvaughii*	4.52	6.21	3.45
		Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.27	-
		H	*Packera candidissima*	2.81	3.37	3.83
	BQ	Ar	*Agave palmeri*	1.91	3.29	0.92
			Ceanothus buxifolius	5.89	5.74	2.98
			Dasylirion acrotrichum	-	1.02	2.16
			Yucca madrensis	2.07	1.99	4.51
	BQP	A	*Pinus leiophylla*	12.67	11.63	12.93
			Quercus mcvaughii	17.20	16.87	16.15
			Quercus sideroxyla	7.78	7.76	7.87
		Ar	*Dasylirion acrotrichum*	-	1.01	1.19
Ecorregión 04	BJ	A	*Havardia mexicana*	-	6.94	16.49
		Ar	*Agave palmeri*	-	5.89	1.51
			Yucca madrensis	-	3.73	8.04
	BQ	Ar	*Agave palmeri*	4.79	2.38	0.99

Ecorregión	Tipo de vegetación	Estrato	Especie	IVI%		
				AP	AI	SAR
			Ceanothus buxifolius	2.75	3.81	2.68
			Yucca madrensis	9.16	3.60	4.81
	MKX	A	*Sideroxylon occidentale*	8.95	9.71	-
		Ar	*Brickellia spinulosa*	6.62	4.65	8.03
	MSC	A	*Bursera laxiflora*	3.34	5.86	-
			Fouquieria columnaris	1.93	3.37	-
			Jatropha cordata	8.43	13.58	-
			Pachycereus pringlei	7.33	8.56	-
		Ar	*Viscainoa geniculata*	3.62	3.62	-
	MST	A	*Bursera laxiflora*	-	-	8.64
			Jatropha cordata	-	-	8.70
		Ar	*Randia thurberi*	-	-	4.49
		H	*Ibervillea sonorae*	-	-	4.02
	VG	A	*Sideroxylon occidentale*	-	-	34.63
Ecorregión 05	MKX	A	*Sideroxylon occidentale*	9.12	8.56	7.73
		Ar	*Brickellia spinulosa*	4.55	3.49	4.72
	MSC	A	*Bursera laxiflora*	3.17	4.93	5.14
			Fouquieria columnaris	-	0.42	1.06
			Jatropha cordata	13.60	12.55	9.95
			Pachycereus pringlei	10.18	9.98	10.59
		Ar	*Viscainoa geniculata*	3.37	4.55	3.29
	VD	Ar	*Atriplex barclayana*	-	9.28	-
	VG	A	*Sideroxylon occidentale*	-	-	29.39
	VH	A	*Mammillaria sheldonii*	12.01	14.14	16.39
		Ar	*Atriplex barclayana*	3.70	23.07	16.25

Ecorregión	Tipo de vegetación	Estrato	Especie	IVI%		
				AP	AI	SAR
	VU	Ar	*Atriplex barclayana*	-	-	29.71

IV.2.2.3. Fauna

La riqueza, estructura y diversidad de la biota animal, son algunos de los factores que determinan la calidad ambiental (Jorgensen, 2005); ésta constituye varios de los eslabones de la cadena trófica cuya identificación y reconocimiento pueden ayudar a reconocer la integridad funcional del ecosistema; en este sentido, el acercamiento al estatus que guarda este factor ambiental es fundamental para determinar el grado de conservación que mantiene así como las fuentes potenciales de deterioro que les han y les están afectando, lo cual constituye una base que permite determinar el comportamiento de dos de sus principales atributos fundamentales del ecosistema: su resiliencia y su homeostasia[15].

El estudio de la fauna en el SAR, AI y en el AP tuvo como objetivo lograr caracterizarla para de esa manera disponer de indicadores que permitieran determinar la calidad ambiental de ambos espacios. Dicha caracterización se sustentó en dos operativos igualmente útiles: la recopilación de la información disponible en fuentes técnicas y científicas respecto a la biota presente en ambos espacios y el trabajo de inventario en campo, sustentado en muestreos previamente diseñados, todo esto fue seguido del análisis y la discusión de los resultados obtenidos.

La metodología utilizada para realizar la caracterización faunística en las áreas de interés (AP, AI y SAR) se presenta en el **Anexo IV.5**. Cabe mencionar que, de acuerdo con la naturaleza de la fauna, en cuanto a su movilidad y desplazamiento para encontrar zonas de descanso, refugio, alimentación y reproducción, el análisis de diversidad realizado se realizó de manera general para toda la superficie del SAR, AI y AP dentro de la trayectoria del STGN.

Cabe hacer mención que, para esta caracterización, el trabajo de campo se llevó a cabo en 135 transectos, distribuidos en 45 en cada una de las áreas de estudio: AP, AI y SAR (en el Anexo IV.5 se encuentra las coordenadas de los transectos de muestreo para las 3 áreas). El muestreo se realizó mediante el establecimiento de transecto en franja y se aplicaron metodologías específicas para cada grupo faunístico, a continuación, se presentan los resultados más relevantes y las conclusiones de este apartado.

Para cada grupo taxonómico se preparó un listado de especies potenciales[16]. En cada apartado se describe la riqueza potencial, las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o la Lista Roja de la UICN, su distribución geográfica (endemismo) y las

[15] En esta MIA-R, por resiliencia se entiende la capacidad o elasticidad del ecosistema o de alguno de sus factores constitutivos, para mantener su estructura organizativa, funcional y de imagen, ante influencias externas. Por homeostasia se asume la capacidad propia de autorregulación y de ajuste del ecosistema para mantener su estructura, su función y la imagen que transmite a lo largo del tiempo (Gómez, O.D., 2013).

[16] Considerando que la distribución potencial hace alusión a las áreas que tienen condiciones ambientales muy similares a los sitios donde se encuentran las especies y que tienen muy altas probabilidades de estar ocupadas por estas (Gámez Pastrana, 2011).

tendencias poblacionales de acuerdo a la UICN. En el caso de las aves y murciélagos, se agrega información de la estacionalidad (Carpeta 2: Listado potencial de fauna en el SAR).

Anfibios

El listado resultante de la recopilación de información bibliográfica se encuentra conformado por 21 especies, que se encuentran agrupadas taxonómicamente en el orden Anura y cinco familias. Las familias mejor representadas fueron Bufonidae y Ranidae que se encuentran representadas por siete especies, cada una.

De las especies potencialmente presentes en el SAR, siete se encuentran catalogadas bajo algún régimen de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (33.3% del total estimado); la especie *Lithobates chiricahuensis* se encuentra en la categoría de amenazada (A); mientras que, *Anaxyrus debilis*, *Anaxyrus retiformis*, *Gastrophryne olivácea*, *Lithobates berlandieri*, *Lithobates pustulosus* y *Lithobates yavapaiensis* en la categoría de sujeta a protección especial (Pr). Tres de las especies potenciales son consideradas como endémicas (14.3%). En el libro rojo de la IUCN, dos especies se encuentran en la categoría de vulnerables (VU) y los 19 restantes como preocupación menor (LC). Asimismo, las poblaciones de *Lithobates catesbeianus* se reportan en incremento (4.8%), de 15 de ellas se reportan estables (71.4%), de tres de ellas se reportan en decremento (14.3%) y se desconoce la tendencia poblacional de dos especies (9.5%).

Reptiles

El listado de especies potenciales se encuentra conformado por 80 especies, distribuidas en dos órdenes y 17 familias. La familia Phrynosomatidae presenta la mayor riqueza de especies con 21 especies seguida de la familia Colubridae con 17 especies; las familias Teiidae y Viperidae se encuentran representadas por ocho especies cada una. Siete familias se encuentran representadas solo por una especie.

De este conjunto, en lo que respecta a la distribución, seis especies potenciales son catalogadas como endémicas. De este listado, 33 de las especies se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Uma notata* en la categoría de en peligro de extinción (P; 1.3%), 15 de ellas en la categoría de amenazadas (A; 18.8%) y 17 en la categoría de sujetas a protección especial (Pr; 21.3%).

Mientras que, en el libro rojo de la IUCN, *Gopherus agassizii* se encuentra en la categoría de en peligro crítico (CR), cuatro en la categoría de casi amenazado (NT), *Phrynosoma ditmarsi* se encuentra catalogada con datos insuficientes (DD), cuatro especies no se encuentran en los listados por lo que fueron catalogadas como no evaluado (NE) y las 70 especies restantes como preocupación menor (LC). En relación a la tendencia poblacional, las poblaciones de 61 especies se reportan como estables, nueve en decremento y se desconoce la tendencia poblacional de diez especies (Carpeta 2: Listado potencial de fauna en el SAR).

Aves

Como resultado de la investigación documental en el área de interés, así como de la consulta de mapas de distribución potencial de especies de aves que brinda la plataforma digital EncicloVida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se obtuvo un listado de 263 especies potenciales para el SAR.

Las 263 especies potenciales del SAR se agrupan taxonómicamente en 20 órdenes y 56 familias. El orden que presenta el mayor número de especies es Passeriformes seguido de Anseriformes y Accipitriformes; mientras que, los órdenes Psittaciformes y Suliformes presentan la menor riqueza de especies. Las familias con mayor número de especies fueron Passerellidae con 26 especies, Tyrannidae con 22 especies y Anatidae con 17 especies; finalmente las familias que únicamente se encuentran representadas por solo una especie fueron: Bombycillidae, Certhiidae, Charadriidae, Gruidae, Laniidae, Laridae, Pandionidae, Passeridae, Pelecanidae, Peucedramidae, Phalacrocoracidae, Phasianidae, Psittacidae, Ptiliogonatidae, Rallidae, Regulidae, Remizidae, Sturnidae, Tytonidae, Aegithalidae y Alaudidae (Listado potencial de fauna en el SAR).

De este listado, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019), 19 de ellas se encuentran en los listados de dicho documento, dos en la categoría de en peligro de extinción (P), cinco en la categoría de amenazadas (A) y doce sujetas a protección especial (Pr). En relación a la distribución geográfica, cinco especies son catalogadas como endémicas, cinco como cuasiendémicas y 26 como semiendémicas. Además de que cinco de las especies incluidas en la relación son consideradas como exóticas.

En lo que respecta a los listados de la UICN, *Rhynchopsitta pachyrhyncha* es considerada como en peligro (EN), cinco como casi amenazadas (NT) y cuatro como vulnerables (VU), el resto de las especies se encuentra en la categoría de preocupación menor (LC). Las poblaciones de 78 (29.7%) especies se reportan en aumento, de 61 (23.2%) de ellas sus poblaciones se encuentran estables, de 115 (43.7%) se reportan en decremento y se desconoce la tendencia poblacional de 9 (3.4%) más (Carpeta 2: Listado potencial de fauna en el SAR).

Del listado potencial, 118 especies son catalogadas como residentes (44.9%), 69 de ellas son migratorias durante la temporada de invierno (26.2%), 49 suelen migrar durante la temporada de reproducción, aunque no necesariamente utilizan el área del SAR para anidar (181.6%), 24 son transitorias (9.1%) y tres se catalogaron como accidentales (1.1%).

Mamíferos

Potencialmente, en el SAR es posible registrar la presencia de 83 especies de mamíferos, los cuales se distribuyen en siete órdenes y 20 familias. El orden mejor representado fue Rodentia con 40 especies, seguido de Chiroptera con 21 y Carnivora con 10; mientras que la familia con mayor riqueza fue Cricetidae con 15 especies, seguida de Vespertilionidae con 14 especies y Heteromyidae con trece.

La distribución geográfica de dos especies es restringida, ya que son consideradas como endémicas. En lo que respecta al estatus de protección, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019), *Erethizon dorsatum* y *Sorex arizonae* se encuentran en la categoría de en peligro de extinción (P), cuatro especies son catalogadas como amenazadas (A) y Ovis canadensis es una especie en la categoría de sujeta a protección especial (Pr). Mientras que, el libro rojo de la UICN cataloga a *Lepus callotis* como especie vulnerable (VU), *Sciurus arizonensis* con datos insuficientes (DD), cuatro especies en la categoría de casi amenazadas (NT) y las 77 especies restantes como preocupación menor (LC). Asimismo, las poblaciones de seis especies se reportan en aumento (7.2%), 50 cuentan con poblaciones estables (60.2%), de diez especies sus poblaciones se reportan en decremento (12.0%) y se desconoce la

tendencia poblacional de las 17 especies restantes (20.5%; Carpeta 2: Listado potencial de fauna en el SAR).

Riqueza y abundancia de las especies registradas en campo

La diversidad de especies, considerándola en un sentido amplio como la variedad de especies y su abundancia relativa en el espacio y el tiempo (Hubbell 2001, en Gallina, 2015), se ha convertido en un tema central tanto en ecología de comunidades como en biología de la conservación. Su estudio es una aproximación práctica para conocer el estado de los sistemas ecológicos, evaluar el impacto de distintas actividades humanas sobre la naturaleza, identificar espacios que ameriten protección inmediata, así como para entender el funcionamiento de los ecosistemas (Maclaurin & Sterelny, 2008) en (Gallina, 2015).

Actualmente se reconoce a la diversidad de especies como una propiedad de las comunidades biológicas, la cual amerita ser examinada y monitoreada para entender a la naturaleza (Begon, Townsend, & Harper, 2006; Podani, 2006) en (Gallina, 2015). Sin embargo, dependiendo de los propósitos o alcances del estudio, existen múltiples formas de evaluarla (Moreno C. , 2001; Magurran, 2004). En este sentido **la riqueza de especies**, es decir, el número de especies que ocurren en un espacio determinado es probablemente el componente más estudiado de la diversidad de especies. El análisis de la riqueza de especies puede considerarse como un primer acercamiento, práctico y relativamente sencillo, para estudiar a las comunidades biológicas y los procesos que las regulan.

El trabajo de campo consistió en realizar muestreos en el AP, AI y en el SAR, con la finalidad de obtener un análisis comparativo de las condiciones del medio, mediante el establecimiento de 135 transectos (45 en AP, 45 en el AI y 45 en SAR). La prospección en campo arrojo como resultado la observación de 91 especies en total, de las cuales 58 fueron registradas en el AP, 68 en el AI y 87 en el SAR, representantes de los grupos de aves, reptiles, anfibios y mamíferos. El grupo que registró una mayor riqueza para el SAR fue el de las aves con 57 especies registradas, seguido de los mamíferos con 12 especies, reptiles con ocho especies y una especie de anfibio. En el AI se registraron 47 especies de aves, doce de mamíferos, ocho de reptiles y un anfibio. Mientras que, para el AP, las aves registran un total de 41 especies, los mamíferos diez especies y el grupo de reptiles siete especies; en este último, no se registraron anfibios (Anexo IV.5; Carpeta 3: BDD Fauna).

Tabla IV.73. Valores de abundancia y riqueza de vertebrados en el AP, AI y SAR.

Taxón	Riqueza			Abundancia		
	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
Anfibios	0	1	1	0	3	7
Reptiles	7	8	8	79	106	130
Aves	41	47	57	269	272	399
Mamíferos	10	12	12	110	185	229

Del total de especies registradas (91), ocho de ellas se encuentran bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019): tres en la categoría de amenazadas (A) y cinco sujetas a protección especial (Pr). En el libro rojo de la UICN, dos especies de aves se encuentran en la categoría de casi amenazada (NT), así como *Anas diazi* se catalogó como especie no evaluada; el resto de las especies se encuentran catalogadas como preocupación menor (LC). Asimismo, en el apéndice II de la CITES se incluyen siete especies de aves rapaces. En lo que respecta a la distribución, *Calocitta colliei* es considerada como endémica, tres especies de aves son catalogadas como semiendémicas y dos como cuasiendémicas; el resto de las especies cuentan con rangos de distribución amplios que van más allá de los límites estatales e incluso nacionales (Tabla IV.74).

Aunado a lo anterior, se tuvo el registro de nueve especies de quirópteros que fueron registrados en los cuatro puntos de muestreo ubicados en el SAR, de los cuales, ocho de ellos son considerados como migratorios, aunque pueden tener poblaciones residentes en los estados de Chihuahua y Sonora.

Tabla IV.74. Listado de especies registradas en el AP, AI y SAR.

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	CITES	AP	AI	SAR
HERPETOFAUNA										
1	*Dryophytes wrightorum*	Ranita de montaña		LC	N	R	-		✓	✓
2	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	LC	N	R	-	✓	✓	✓
3	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste		LC	N	R	-	✓	✓	✓
4	*Phrynosoma modestum*	Tapayatxin		LC	N	R	-	✓	✓	✓
5	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	A	LC	N	R	-	✓	✓	✓
6	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano		LC	N	R	-	✓	✓	✓
7	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	LC	N	R	-	✓	✓	✓
8	*Crotalus lepidus*	Cascabel gris	Pr	LC	N	R	-		✓	✓
9	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	Pr	LC	N	R	-	✓	✓	✓
MAMÍFEROS										
1	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	SC	LC	N	R	-	✓	✓	✓
2	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	SC	LC	-	R	-	✓	✓	✓
3	*Canis latrans*	Coyote	SC	LC	N	R	-	✓	✓	✓

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	CITES	AP	AI	SAR
4	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	LC	N	R	-	✓	✓	✓
5	*Procyon lotor*	Mapache	SC	LC	N	R	-	✓	✓	✓
6	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	SC	LC	N	R	-		✓	✓
7	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	SC	LC	N	R	-	✓	✓	✓
8	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	SC	LC	N	R	-	✓	✓	✓
9	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana	SC	LC	N	R	-	✓	✓	✓
10	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	N	R	-		✓	✓
11	*Dipodomys merriami*	Rata canguro de Merriam	SC	LC	N	R	-	✓	✓	✓
12	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	SC	LC	N	R	-	✓	✓	✓
13	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	SC	LC	N	M	-			✓
14	*Eumops perotis*	Murciélago con bonete mayor	SC	LC	N	M	-			✓
15	*Lasiurus xanthinus*	Murciélago amarillo del oeste	SC	LC	N	M	-			✓
16	*Mormoops megalophylla*	Murciélago-barba arrugada	SC	LC	N	M	-			✓
17	*Myotis auriculus*	Miotis orejudo	SC	LC	N	-	-			✓
18	*Myotis velifer*	Miotis mexicano	SC	LC	N	M	-			✓
19	*Nyctinomops femorosaccus*	Murciélago-cola suelta de bolsa	SC	LC	N	M	-			✓
20	*Nyctinomops macrotis*	Murciélago cola suelta mayor	SC	LC	N	M	-			✓
21	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago cola suelta mexicano	SC	LC	N	M	-			✓
AVES										
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja		LC		R	II	✓	✓	✓
2	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris		LC		MV	II	✓	✓	✓
3	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	LC		MV	II	✓	✓	✓
4	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero		LC		MI	II		✓	✓
5	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	LC		R	II	✓	✓	✓

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	CITES	AP	AI	SAR
6	*Anas crecca*	Cerceta alas verdes		LC		MI	-		✓	✓
7	*Anas diazi*	Pato mexicano		NE		R	-			✓
8	*Anser caerulescens*	Ganso blanco		LC		MI	-		✓	✓
9	*Mareca americana*	Pato chalcuán		LC		MI	-			✓
10	*Mergus merganser*	Mergo mayor		LC		MI	-			✓
11	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño		LC		MI	-			✓
12	*Cathartes aura*	Zopilote aura		LC		R	-	✓	✓	✓
13	*Coragyps atratus*	Zopilote común		LC		R	-	✓	✓	✓
14	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío		LC		R	-	✓		
15	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado		LC		MI	-	✓		✓
16	*Calidris himantopus*	Playero zancón		LC		T	-			✓
17	*Calidris minutilla*	Playero diminuto		LC		MI	-			✓
18	*Columbina inca*	Tortolita cola larga		LC		R	-	✓	✓	✓
19	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		LC		R	-	✓	✓	✓
20	*Zenaida macroura*	Huilota común		LC		R	-	✓	✓	✓
21	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño		LC		R	-		✓	
22	*Falco mexicanus*	Halcón mexicano	A	LC		R	II			✓
23	*Falco sparverius*	Cernícalo americano		LC		R	II	✓	✓	✓
24	*Callipepla gambelii*	Codorniz de Gambel		LC		R	-		✓	✓
25	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		LC		R	-	✓	✓	✓
26	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico		LC		R	-	✓	✓	✓
27	*Calocitta colliei*	Urraca cara negra		LC	End	R	-	✓	✓	✓
28	*Corvus corax*	Cuervo común		LC		R	-	✓	✓	✓
29	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano		LC		R	-	✓	✓	✓
30	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		LC	SE	MV	-	✓	✓	✓
31	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		LC		R	-	✓	✓	✓

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	CITES	AP	AI	SAR
32	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café		LC		R	-	✓	✓	✓
33	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile		NT		A	-	✓		✓
34	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano		NT		R	-	✓	✓	✓
35	*Mimus polyglottos*	Sinsonte Norteño		LC		R	-	✓	✓	✓
36	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo		LC		R	-	✓	✓	✓
37	*Anthus rubescens*	Bisbita norteamericana		LC		MI	-	✓	✓	
38	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano		LC	CE	R	-	✓	✓	✓
39	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra		LC		R	-	✓	✓	✓
40	*Calamospiza melanocorys*	Gorrión alas blancas		LC		MI	-		✓	✓
41	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín		LC		R	-	✓	✓	✓
42	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre		LC	CE	R	-	✓	✓	✓
43	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin		LC		R	-	✓	✓	✓
44	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca		LC		MI	-	✓	✓	✓
45	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas		LC		MV	-	✓	✓	✓
46	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca		LC		MI	-	✓		✓
47	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico		LC	Exo	R	-			✓
48	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís		LC		R	-	✓	✓	✓
49	*Polioptila melanura*	Perlita del desierto		LC		R	-		✓	✓
50	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo		LC		R	-	✓	✓	✓
51	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto		LC		R	-	✓	✓	✓
52	*Troglodytes aedon*	Saltapared común		LC		R	-	✓	✓	✓
53	*Empidonax wrightii*	Papamoscas bajacolita		LC	SE	MI	-	✓	✓	✓
54	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		LC		R	-	✓	✓	✓
55	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero		LC		R	-	✓	✓	✓
56	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú		LC	SE	MV	-	✓	✓	✓

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	CITES	AP	AI	SAR
57	*Ardea herodias*	Garza morena		LC		MI	-			✓
58	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco americano		LC		MI	-			✓
59	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común		LC		R	-		✓	✓
60	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		LC		A	-		✓	✓
61	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo		LC		MI	-		✓	

NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059). S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción, E: Probablemente extinta en el medio silvestre; Lista Roja de la IUCN. LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, EN: En Peligro, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado; Tipo de distribución Geográfica (Distr. Geo.). E: Endémica a México.

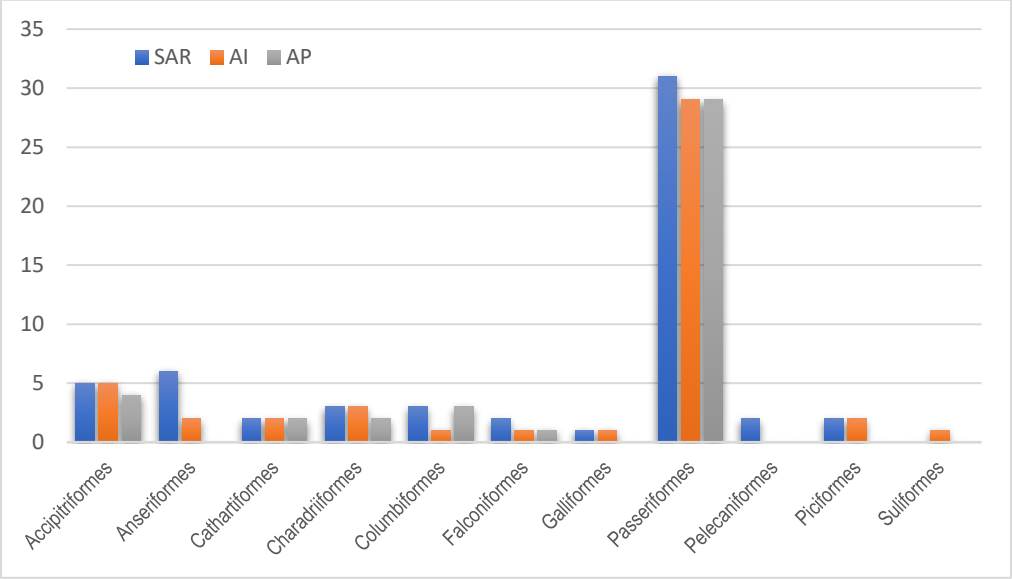
HERPETOFAUNA

Durante el trabajo de campo, se tuvieron 325 registros pertenecientes a una especie de anfibio y ocho reptiles, distribuidas en dos órdenes (Anura y Squamata) y cinco familias. La especie de anfibio fue observada en el AI y el SAR, pero no se registró en el AP. De las especies de reptiles, siete de ellas se registraron en el AP, y en el AI y el SAR se registraron las ocho especies identificadas. En los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019), dos especies se encuentran en la categoría de amenazadas (A) y tres sujetas a protección especial (Pr); por lo que respecta al libro rojo de la UICN todas las especies se encuentran consideradas como preocupación menor (LC; Carpeta 3: BDD Fauna).

AVES

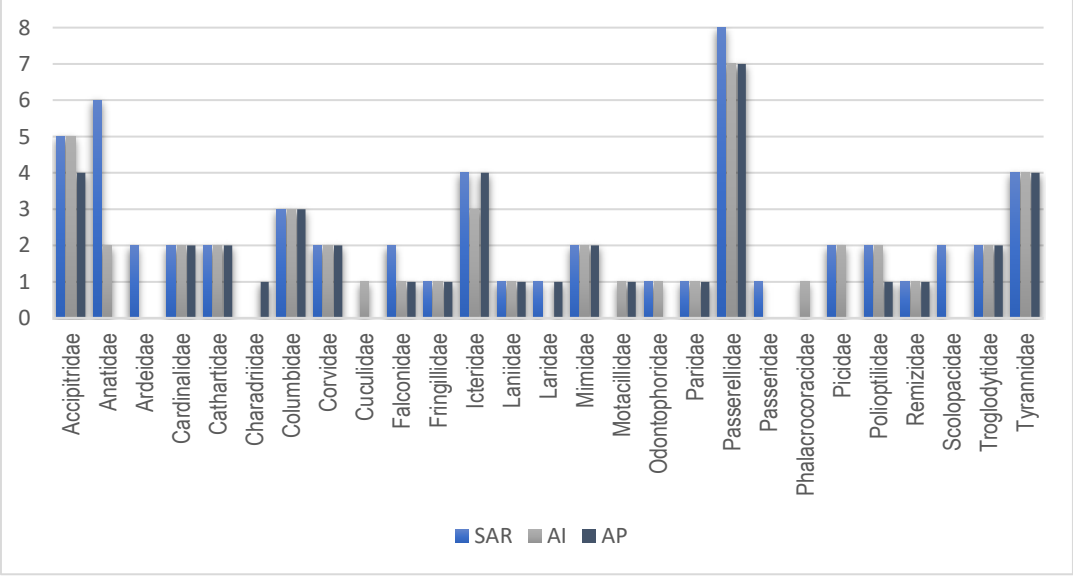
Se logró el avistamiento de 61 especies de aves distribuidas en doce órdenes y 27 familias; de estas, a nivel de orden, de las especies registradas en el SAR y AI corresponden a diez órdenes y en el AP solo seis órdenes (Figura IV.65).

Figura IV.65. Comparativo de los órdenes registrados en el SAR, AI y AP



A nivel de familia, en términos generales las 61 especies se engloban en 27 familias, siendo registradas 23 familias en el SAR, 22 en el AI y 19 en el AP. En las tres áreas, la familia más abundante fue Passerellidae, seguida de Anatidae en el SAR y Accipitridae en el SAR y AI (Figura IV.66).

Figura IV.66. Comparativo de las familias registradas en el SAR, AI y AP



De las especies de aves identificadas, en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) *Falco mexicanus* se encuentra en la categoría de especie amenazada (A) y se registró en el SAR; mientras que, *Buteo swainsoni* y *Parabuteo unicinctus* se catalogan como especies sujetas a protección especial (Pr). En lo que respecta al libro rojo de la UICN, *Sturnella magna* y *Lanius ludovicianus* se encuentran en la categoría de casi amenazadas

(NT), *Anas diazi* no se encuentra en los listados por lo que fue considerada como no evaluado (NE) y el resto de las especies se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC).

Referente a la distribución, *Calocitta colliei* es considerada como endémica, *Poecile sclateri* y *Junco phaeonotus* son catalogadas como cuasiendémicas; *Icterus cucullatus*, *Empidonax wrightii* y *Tyrannus vociferans* se clasifican como semiendémicas y *Passer domesticus* es una especie exótica; mientras que, el resto de las especies cuentan con una amplia distribución que va más allá de los límites estatales e incluso nacionales.

En lo que respecta a la estacionalidad, se considera que el 60.7% de las especies son residentes, el 26.2% son migrantes durante el invierno, el 8.2% se catalogan como migrantes de verano, *Calidris himantopus* se considera como transitoria y el 3.3% fueron clasificadas como accidentales, debido a que el área que ocupa el SAR del Proyecto no coincide con el área de distribución de la especie. Esto suele suceder debido a que las especies migratorias no siempre siguen la misma ruta y suelen tener desviaciones o tomar otras rutas alternas (**Anexo IV.5**; Carpeta 3. BDD Fauna).

MAMÍFEROS

El grupo de los mamíferos se encuentra representado por doce especies que fueron registradas en el SAR y AI; de estas, en el AP, solo se registraron diez de ellas. Éstas se pertenecen a cinco órdenes y nueve familias. Ninguna de las especies registradas se encuentra en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) y en el libro rojo de la UICN, todas se encuentran catalogadas como preocupación menor (LC). Once de las especies registradas son consideradas como nativas y de *Dicotyles tajacu* no se especifica su distribución. Asimismo, estas especies cuentan con una amplia distribución, ya que ninguna de ellas es considerada como endémica (**Anexo IV.5**; Carpeta 3. BDD Fauna).

Como se mencionó previamente, en el SAR se registró la presencia de nueve especies de quirópteros, incluidas en tres familias y siete géneros; de los cuales, ninguno de ellos se encuentra en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) y en el libro rojo de la UICN se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC). Asimismo, ocho de ellos se considera como especie migratoria (Tabla IV.75).

Tabla IV.75 Especies de quirópteros registradas durante el trabajo de campo

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Estacionalidad
1	Molossidae	*Eumops perotis*	Murciélago con bonete mayor	SC	LC	Migratorio
2	Molossidae	*Nyctinomops femorosaccus*	Murciélago-cola suelta de bolsa	SC	LC	Migratorio
3	Molossidae	*Nyctinomops macrotis*	Murciélago cola suelta mayor	SC	LC	Migratorio
4	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago cola suelta mexicano	SC	LC	Migratorio
5	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago-barba arrugada	SC	LC	Migratorio

ID	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Estacionalidad
6	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	SC	LC	Migratorio
7	Vespertilionidae	*Lasiurus xanthinus*	Murciélago amarillo del oeste	SC	LC	Migratorio
8	Vespertilionidae	*Myotis auriculus*	Miotis orejudo	SC	LC	Nativo
9	Vespertilionidae	*Myotis velifer*	Miotis mexicano	SC	LC	Migratorio

Riqueza y abundancia en el área del proyecto, área de influencia y sistema ambiental regional

En las siguientes secciones se describe la riqueza y abundancia tanto para el AP, como para el AI y el SAR,

Riqueza y abundancia en el área del Proyecto

En el AP se registraron 58 especies de tres categorías taxonómicas: reptiles, aves y mamíferos; pertenecientes a once órdenes y 31 familias. El grupo de las aves fue el más abundante y con la mayor riqueza registrada; seguido de los mamíferos (Tabla IV.76).

Tabla IV.76. Valores de abundancia y riqueza por grupo de vertebrados en el área del Proyecto.

Grupo	Abundancia	Riqueza
Aves	269	41
Mamíferos	110	10
Reptiles	79	7
Total	458	58

De manera general, dentro del AP las especies más abundantes fueron *Amphispiza bilineata* con 37 registros, *Zenaida asiatica* con 32 registros, *Lepus californicus* y *Sceloporus clarkii* con 25 registros cada una. Caso contrario, diez aves únicamente se encuentran representadas por un registro, al igual que *Procyon lotor* y, en el caso de los reptiles, la menor abundancia registrada fue para *Crotalus pricei* con tres registros.

Tabla IV.77. Valores de abundancia por grupo faunístico y especie en el área del Proyecto.

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	AP
	HERPETOFAUNA						
1	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	LC	N	R	7
2	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste		LC	N	R	25

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	AP
3	*Phrynosoma modestum*	Tapayatxin		LC	N	R	14
4	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	A	LC	N	R	14
5	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano		LC	N	R	11
6	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	LC	N	R	5
7	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	Pr	LC	N	R	3
	SUBTOTAL						79
	MAMÍFEROS						
1	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	SC	LC	N	R	12
2	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	SC	LC	-	R	3
3	*Canis latrans*	Coyote	SC	LC	N	R	12
4	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	LC	N	R	11
5	*Procyon lotor*	Mapache	SC	LC	N	R	1
6	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	SC	LC	N	R	25
7	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	SC	LC	N	R	21
8	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana	SC	LC	N	R	12
9	*Dipodomys merriami*	Rata canguro de Merriam	SC	LC	N	R	7
10	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	SC	LC	N	R	6
	SUBTOTAL						110
	AVES						
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja		LC		R	9
2	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris		LC		MV	1
3	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	LC		MV	2
4	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	LC		R	1
5	*Cathartes aura*	Zopilote aura		LC		R	8
6	*Coragyps atratus*	Zopilote común		LC		R	14

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	AP
7	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío		LC		R	1
8	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado		LC		MI	1
9	*Columbina inca*	Tortolita cola larga		LC		R	11
10	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		LC		R	32
11	*Zenaida macroura*	Huilota común		LC		R	15
12	*Falco sparverius*	Cernícalo americano		LC		R	1
13	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		LC		R	3
14	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico		LC		R	11
15	*Calocitta colliei*	Urraca cara negra		LC	End	R	1
16	*Corvus corax*	Cuervo común		LC		R	4
17	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano		LC		R	11
18	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		LC	SE	MV	5
19	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		LC		R	14
20	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café		LC		R	8
21	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile		NT		A	3
22	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano		NT		R	3
23	*Mimus polyglottos*	Sinsonte Norteño		LC		R	2
24	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo		LC		R	6
25	*Anthus rubescens*	Bisbita norteamericana		LC		MI	1
26	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano		LC	CE	R	4
27	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra		LC		R	37
28	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín		LC		R	1
29	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre		LC	CE	R	8
30	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin		LC		R	4
31	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca		LC		MI	7
32	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas		LC		MV	8

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	AP
33	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca		LC		MI	2
34	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís		LC		R	9
35	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo		LC		R	7
36	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto		LC		R	3
37	*Troglodytes aedon*	Saltapared común		LC		R	1
38	*Empidonax wrightii*	Papamoscas bajacolita		LC	SE	MI	4
39	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		LC		R	3
40	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero		LC		R	1
41	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú		LC	SE	MV	2
SUBTOTAL							269
TOTAL							458

NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059). S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción, E: Probablemente extinta en el medio silvestre; Lista Roja de la IUCN. LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, EN: En Peligro, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado; Tipo de distribución Geográfica (Distr. Geo.). E: Endémica a México.

Riqueza y abundancia en el área de influencia

En el AI se registró la presencia de 68 especies, pertenecientes a 4 categorías taxonómicas, 17 órdenes y 36 familias. El grupo de las aves fue el que presentó la mayor riqueza y abundancia; en el caso del grupo de anfibios, solo se registró una especie con tres avistamientos (**Anexo IV.5;** Carpeta 3. BDD Fauna).

Tabla IV.78. Valores de abundancia y riqueza por grupo de vertebrados en el área de influencia.

Grupo	Abundancia	Riqueza
Anfibios	3	1
Reptiles	106	8
Aves	272	47
Mamíferos	185	12
Total	566	68

De manera general, dentro del AI las especies más abundantes fueron *Lepus californicus* con 34 registros, *Sceloporus clarkii* con 31 registros y *Amphispiza bilineata* con 25 registros. Caso contrario, once especies de aves únicamente cuentan con un registro; del grupo de mamíferos, la especie con menor abundancia fue *Procyon lotor* con siete registros y, en el caso de los reptiles, *Crotalus lepidus* tuvo cinco registros. Como se mencionó previamente, el grupo de los anfibios se encuentra representado solo por la especie *Dryophytes wrightorum* con tres registros (Tabla IV.79).

Tabla IV.79. Valores de abundancia y riqueza por grupo faunístico y especie en el área de influencia.

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	AI
	HERPETOFAUNA						
1	*Dryophytes wrightorum*	Ranita de montaña		LC	N	R	3
2	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	LC	N	R	8
3	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste		LC	N	R	31
4	*Phrynosoma modestum*	Tapayatxin		LC	N	R	16
5	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	A	LC	N	R	17
6	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano		LC	N	R	16
7	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	LC	N	R	7
8	*Crotalus lepidus*	Cascabel gris	Pr	LC	N	R	5
9	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	Pr	LC	N	R	6
	SUBTOTAL						109
	MAMÍFEROS						
1	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	SC	LC	N	R	15
2	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	SC	LC	-	R	8
3	*Canis latrans*	Coyote	SC	LC	N	R	24
4	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	LC	N	R	14
5	*Procyon lotor*	Mapache	SC	LC	N	R	7
6	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	SC	LC	N	R	9
7	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	SC	LC	N	R	34
8	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	SC	LC	N	R	25

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	AI
9	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana	SC	LC	N	R	20
10	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	N	R	10
11	*Dipodomys merriami*	Rata canguro de Merriam	SC	LC	N	R	8
12	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	SC	LC	N	R	11
	SUBTOTAL						185
	AVES						
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja		LC		R	3
2	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris		LC		MV	3
3	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	LC		MV	1
4	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero		LC		MI	1
5	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	LC		R	1
6	*Anas crecca*	Cerceta alas verdes		LC		MI	6
7	*Anser caerulescens*	Ganso blanco		LC		MI	20
8	*Cathartes aura*	Zopilote aura		LC		R	17
9	*Coragyps atratus*	Zopilote común		LC		R	10
10	*Columbina inca*	Tortolita cola larga		LC		R	14
11	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		LC		R	11
12	*Zenaida macroura*	Huilota común		LC		R	18
13	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño		LC		R	3
14	*Falco sparverius*	Cernícalo americano		LC		R	1
15	*Callipepla gambelii*	Codorniz de Gambel		LC		R	1
16	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		LC		R	4
17	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico		LC		R	13
18	*Calocitta colliei*	Urraca cara negra		LC	End	R	3
19	*Corvus corax*	Cuervo común		LC		R	4
20	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano		LC		R	5

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	AI
21	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		LC	SE	MV	8
22	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		LC		R	14
23	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café		LC		R	5
24	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano		NT		R	3
25	*Mimus polyglottos*	Sinsonte Norteño		LC		R	5
26	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo		LC		R	5
27	*Anthus rubescens*	Bisbita norteamericana		LC		MI	3
28	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano		LC	CE	R	2
29	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra		LC		R	25
30	*Calamospiza melanocorys*	Gorrión alas blancas		LC		MI	1
31	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín		LC		R	1
32	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre		LC	CE	R	7
33	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin		LC		R	2
34	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca		LC		MI	8
35	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas		LC		MV	5
36	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís		LC		R	8
37	*Polioptila melanura*	Perlita del desierto		LC		R	1
38	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo		LC		R	5
39	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto		LC		R	2
40	*Troglodytes aedon*	Saltapared común		LC		R	3
41	*Empidonax wrightii*	Papamoscas bajacolita		LC	SE	MI	7
42	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		LC		R	6
43	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero		LC		R	1
44	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú		LC	SE	MV	2
45	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común		LC		R	1

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	AI
46	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		LC		A	2
47	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo		LC		MI	1
	SUBTOTAL						272
	TOTAL						566

NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059). S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción, E: Probablemente extinta en el medio silvestre; Lista Roja de la IUCN. LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, EN: En Peligro, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado; Tipo de distribución Geográfica (Distr. Geo.). E: Endémica a México.

Riqueza y abundancia en el sistema ambiental regional

En el espacio geográfico que fue delimitado como SAR se ratificó la presencia de 87 especies de cuatro categorías taxonómicas, esto mediante 999 registros. El grupo de los quirópteros fue el que presentó la mayor abundancia; mientras que, el grupo de aves fue el que presentó la mayor riqueza; no obstante, solo se ratificó la presencia de una especie de anfibio mediante siete registros (**Anexo IV.5**; Carpeta 3. BDD Fauna).

Tabla IV.80. Valores de abundancia y riqueza por grupo de vertebrados en el sistema ambiental regional.

Grupo	Abundancia	Riqueza
Anfibios	7	1
Reptiles	130	8
Aves	399	57
Mamíferos	229	12
Quirópteros	234	9
Total	999	87

De forma general, las especies más abundantes registradas fueron *Lepus californicus* con 40 registros, seguida de *Sceloporus clarkii* con 38 registros, y *Amphispiza bilineata* con 37 registros. Caso contrario, quince especies de aves únicamente cuentan con un registro; del grupo de los reptiles, *Crotalus lepidus* fue la especie menos abundante con un registro y para el grupo de mamíferos, *Dicotyles tajacu* y *Dipodomys merriami* son las especies menos abundantes, con once registros cada una (Tabla IV.81).

Tabla IV.81. Valores de abundancia y riqueza por grupo faunístico y especie en el sistema ambiental regional.

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	SAR
	HERPETOFAUNA						
1	*Dryophytes wrightorum*	Ranita de montaña		LC	N	R	7
2	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	LC	N	R	10
3	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste		LC	N	R	38
4	*Phrynosoma modestum*	Tapayatxin		LC	N	R	21
5	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	A	LC	N	R	19
6	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano		LC	N	R	20
7	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	LC	N	R	8
8	*Crotalus lepidus*	Cascabel gris	Pr	LC	N	R	6
9	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	Pr	LC	N	R	8
	SUBTOTAL						137
	MAMÍFEROS						
1	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	SC	LC	N	R	22
2	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	SC	LC	-	R	11
3	*Canis latrans*	Coyote	SC	LC	N	R	26
4	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	SC	LC	N	R	15
5	*Procyon lotor*	Mapache	SC	LC	N	R	12
6	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	SC	LC	N	R	14
7	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	SC	LC	N	R	40
8	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	SC	LC	N	R	28
9	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana	SC	LC	N	R	24
10	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	SC	LC	N	R	12
11	*Dipodomys merriami*	Rata canguro de Merriam	SC	LC	N	R	11
12	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	SC	LC	N	R	14

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	SAR
13	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	SC	LC	N	M	2
14	*Eumops perotis*	Murciélago con bonete mayor	SC	LC	N	M	55
15	*Lasiurus xanthinus*	Murciélago amarillo del oeste	SC	LC	N	M	4
16	*Mormoops megalophylla*	Murciélago-barba arrugada	SC	LC	N	M	17
17	*Myotis auriculus*	Miotis orejudo	SC	LC	N	-	1
18	*Myotis velifer*	Miotis mexicano	SC	LC	N	M	1
19	*Nyctinomops femorosaccus*	Murciélago-cola suelta de bolsa	SC	LC	N	M	10
20	*Nyctinomops macrotis*	Murciélago cola suelta mayor	SC	LC	N	M	52
21	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago cola suelta mexicano	SC	LC	N	M	92
	SUBTOTAL						463
	AVES						
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja		LC		R	16
2	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris		LC		MV	1
3	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	LC		MV	7
4	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero		LC		MI	2
5	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	LC		R	6
6	*Anas crecca*	Cerceta alas verdes		LC		MI	5
7	*Anas diazi*	Pato mexicano		NE		R	2
8	*Anser caerulescens*	Ganso blanco		LC		MI	4
9	*Mareca americana*	Pato chalcuán		LC		MI	4
10	*Mergus merganser*	Mergo mayor		LC		MI	8
11	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño		LC		MI	1
12	*Cathartes aura*	Zopilote aura		LC		R	15
13	*Coragyps atratus*	Zopilote común		LC		R	10
14	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado		LC		MI	1

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	SAR
15	*Calidris himantopus*	Playero zancón		LC		T	1
16	*Calidris minutilla*	Playero diminuto		LC		MI	3
17	*Columbina inca*	Tortolita cola larga		LC		R	30
18	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		LC		R	27
19	*Zenaida macroura*	Huilota común		LC		R	17
20	*Falco mexicanus*	Halcón mexicano	A	LC		R	1
21	*Falco sparverius*	Cernícalo americano		LC		R	2
22	*Callipepla gambelii*	Codorniz de Gambel		LC		R	1
23	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		LC		R	2
24	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico		LC		R	10
25	*Calocitta colliei*	Urraca cara negra		LC	End	R	2
26	*Corvus corax*	Cuervo común		LC		R	6
27	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano		LC		R	17
28	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor		LC	SE	MV	1
29	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos		LC		R	31
30	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café		LC		R	9
31	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile		NT		A	2
32	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano		NT		R	11
33	*Mimus polyglottos*	Sinsonte Norteño		LC		R	3
34	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo		LC		R	10
35	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano		LC	CE	R	3
36	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra		LC		R	37
37	*Calamospiza melanocorys*	Gorrión alas blancas		LC		MI	4
38	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín		LC		R	1
39	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre		LC	CE	R	7
40	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin		LC		R	1

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Dist.	Est.	SAR
41	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca		LC		MI	19
42	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas		LC		MV	6
43	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca		LC		MI	5
44	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico		LC	Exo	R	1
45	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís		LC		R	7
46	*Polioptila melanura*	Perlita del desierto		LC		R	2
47	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo		LC		R	4
48	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto		LC		R	7
49	*Troglodytes aedon*	Saltapared común		LC		R	2
50	*Empidonax wrightii*	Papamoscas bajacolita		LC	SE	MI	8
51	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		LC		R	1
52	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero		LC		R	1
53	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú		LC	SE	MV	5
54	*Ardea herodias*	Garza morena		LC		MI	1
55	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco americano		LC		MI	7
56	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común		LC		R	1
57	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		LC		A	1
	SUBTOTAL						399
	TOTAL						999

NOM-059-SEMARNAT-2010 (NOM-059). S/C: Sin categoría, A: Amenazada, Pr: Sujeta a protección especial, P: En peligro de extinción, E: Probablemente extinta en el medio silvestre; Lista Roja de la IUCN. LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable, EN: En Peligro, DD: Deficiencia de datos, NE: No evaluado; Tipo de distribución Geográfica (Distr. Geo.). E: Endémica a México.

Derivado de que, para determinar la riqueza y abundancia de quirópteros únicamente se establecieron cuatro puntos (dos en el estado de Chihuahua y dos más en Sonora), se incluye a continuación el resultado obtenido (Tabla IV.82).

Tabla IV.82 Riqueza y abundancia de quirópteros registrados en campo.

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Est.	M01	M02	M03	M04	Total
1	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	SC	LC	M	2				2
2	*Eumops perotis*	Murciélago con bonete mayor	SC	LC	M		6	31	18	55
3	*Lasiurus xanthinus*	Murciélago amarillo del oeste	SC	LC	M		2	1	1	4
4	*Mormoops megalophylla*	Murciélago-barba arrugada	SC	LC	M	14		2	1	17
5	*Myotis auriculus*	Miotis orejudo	SC	LC	N				1	1
6	*Myotis velifer*	Miotis mexicano	SC	LC	M	1				1
7	*Nyctinomops femorosaccus*	Murciélago-cola suelta de bolsa	SC	LC	M			10		10
8	*Nyctinomops macrotis*	Murciélago cola suelta mayor	SC	LC	M	21	13	13	5	52
9	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago cola suelta mexicano	SC	LC	M	27	12	8	45	92
Total general						65	33	65	71	234

Especies endémicas y/o registradas en alguna categoría de riesgo

De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo de campo, ocho especies se encuentran en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019), tres en la categoría de especies amenazadas (A; dos son reptiles y un ave) y cinco sujetas a protección especial (tres reptiles y dos aves). En cuanto a la lista roja de la **UICN**, dos especies están registradas como casi amenazadas (NT). Además, una especie de ave es considerada como endémica, tres como semiendémicas y dos como cuasiendémicas.

Tabla IV.83 Especies registradas que se encuentran bajo protección o son consideradas como endémicas.

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Dist.	Est.	AP	AI	SAR	TOTAL
REPTILES											
1	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	LC	-	N	R	7	8	10	25
2	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	A	LC	-	N	R	14	17	19	50
3	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	Pr	LC	-	N	R	5	7	8	20

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Dist.	Est.	AP	AI	SAR	TOTAL
4	*Crotalus lepidus*	Cascabel gris	Pr	LC	-	N	R	0	5	6	11
5	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	Pr	LC	-	N	R	3	6	8	17
AVES											
1	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	LC	II		MV	2	1	7	10
2	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	LC	II		R	1	1	6	8
3	*Falco mexicanus*	Halcón mexicano	A	LC	II		R	0	0	1	1
4	*Calocitta colliei*	Urraca cara negra	SC	LC	-	End	R	1	3	2	6
5	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	SC	LC	-	SE	MV	5	8	1	14
6	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile	SC	NT	-		A	3	0	2	5
7	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	SC	NT	-		R	3	3	11	17
8	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	SC	LC	-	CE	R	4	2	3	9
9	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre	SC	LC	-	CE	R	8	7	7	22
10	*Empidonax wrightii*	Papamoscas bajacolita	SC	LC	-	SE	MI	4	7	8	19
11	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú	SC	LC	-	SE	MV	2	2	5	9

De forma particular, en el AP, se registraron seis de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019), así como las especies que se encuentran en el libro rojo de la UICN y aquellas con una distribución restringida (Tabla IV.83). Las especies en riesgo corresponden a cuatro reptiles y dos aves. En lo que respecta a la lista roja de la UICN, las dos especies de aves en categoría de casi amenazadas (NT) fueron registradas en el AP.

Especies que podrían verse afectadas

Las especies que potencialmente podrían verse afectadas por el desarrollo del Proyecto, considerando que depende de la biología y etología de las especies presentes, éste es el caso de ciertos anfibios, reptiles y mamíferos que tienen hábitos fosoriales[17] y/o de lento desplazamiento. En el caso de las aves sucede lo contrario, ya que éstas cuentan con una alta capacidad de desplazamiento, luego entonces no sufrirían afectaciones o éstas serían de forma indirecta. En este

[1717] Son aquellos animales que excavan y están adaptados para vivir en túneles bajo tierra. Generalmente estas especies huyen a sus madrigueras cuando se sienten amenazados.

sentido, se identificaron aquellas especies que potencialmente podrían verse afectadas por el desarrollo del Proyecto (Tabla IV.84).

Tabla IV.84. Especies potencialmente amenazadas por las actividades del Proyecto.

Clase	Orden	Nombre científico	Criterios	Justificación
Amphibia	Anura	*Dryophytes wrightorum*	Baja movilidad, Hábitos	Especie fosorial, que suele encontrarse en árboles, bajo rocas y basura. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
Reptilia	Squamata	*Masticophis flagellum*	NOM-059, baja movilidad, hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse dentro de madrigueras de roedores. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
		Sceloporus clarkii	Baja movilidad, Hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse en las grietas de las rocas o en los árboles. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
		Phrynosoma modestum	Baja movilidad, Hábitos	Su coloración críptica y la conducta que presenta cuando siente algún peligro son su principal defensa; es difícil detectarlas excepto cuando se mueven o asolean sobre rocas. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
		Uta stansburiana	NOM-059, baja movilidad, hábitos	Especie de hábitos terrestres, mínimamente trepadora. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
		Aspidoscelis inornatus	Baja movilidad, Hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse bajo los cactus. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
		Crotalus atrox	NOM-059, baja movilidad, hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse dentro de madrigueras de roedores. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
		Crotalus lepidus	NOM-059, baja movilidad,	Especie fosorial, que suele refugiarse dentro de madrigueras de roedores. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran

Clase	Orden	Nombre científico	Criterios	Justificación
			hábitos	afectar a ejemplares de esta especie.
		Crotalus pricei	NOM-059, baja movilidad, hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse dentro de madrigueras de roedores. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
Mammalia	Didelphimorphia	*Didelphis virginiana*	Baja movilidad, Hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse dentro de madrigueras. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
	Rodentia	*Neotoma mexicana*	Baja movilidad, Hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse dentro de madrigueras. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
		Peromyscus maniculatus	Baja movilidad, Hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse dentro de madrigueras. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
		Dipodomys merriami	Baja movilidad, Hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse dentro de madrigueras. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.
		Otospermophilus variegatus	Baja movilidad, Hábitos	Especie fosorial, que suele refugiarse dentro de madrigueras. Las actividades con maquinaria, el desmonte y despalme pudieran afectar a ejemplares de esta especie.

Corredores biológicos

Los corredores son áreas, generalmente alargadas, que conectan dos o más regiones. Pueden ser franjas estrechas de vegetación, bosques ribereños, túneles por debajo de carreteras, plantaciones, vegetación remanente o grandes extensiones de bosques naturales. El requisito indispensable es que mantengan la conectividad entre los extremos para evitar el aislamiento de las poblaciones.

Los corredores mantienen la continuidad de los procesos biológicos. Uno de los más importantes para la conservación es el proceso de dispersión de los individuos. Generación tras generación las poblaciones se dispersan y colonizan exitosamente lugares lejanos al sitio donde nacieron. En las plantas son las semillas las que realizan la dispersión mientras que en los animales, generalmente son los individuos jóvenes los que migran. Los corredores permiten el movimiento y colonización de

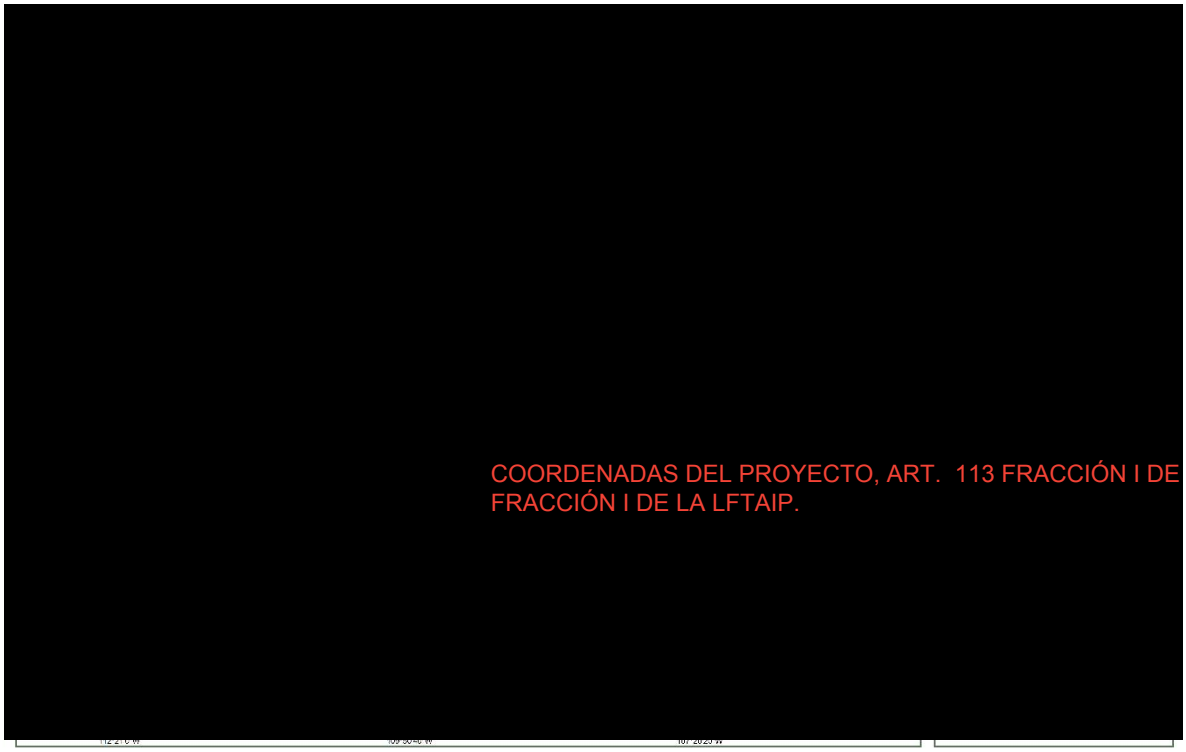
los individuos con lo que se previene la extinción local de poblaciones, se mantiene el flujo genético, se reduce la consanguinidad y se conserva la diversidad de especies en los fragmentos.

Actualmente, el nombre de "corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación" se utiliza para nombrar una gran región a través de la cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies.

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo define a un corredor biológico como "un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos" (CONABIO, 2022).

De acuerdo con la CONANP[18], se han identificado 21 corredores biológicos a nivel nacional, algunos de ellos son marinos y otros terrestres, además de que diez de ellos corresponden al Corredor Biológico Mesoamericano-México. Ahora bien, el DDV del Proyecto cruza por el denominado Gran Corredor de la Sierra Madre Occidental (Figura IV.67).

Figura IV.67 Plano de ubicación del Proyecto con respecto a los corredores biológicos



Considerando la superficie total de cada zona de estudio que incide en el Gran Corredor de la Sierra Madre Occidental, es del 6.23% del SAR, el 13% del AI y el 13.41% del AP (Tabla IV.85). En esta área se identificaron cinco tipos de vegetación forestal, cinco ecosistemas que cuentan con

[18] https://www.biodiversidad.gob.mx/region/que-es-corredor

vegetación primaria y secundaria, así como vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite; por lo que, aunque la superficie que incide en el corredor, aunque hay comunidades vegetales con poca alteración antrópica, otros han sufrido modificación en su estructura, por lo que son considerados como vegetación secundaria arbustiva.

Tabla IV.85 Superficie de cada zona que incide en el Gran Corredor de la Sierra Madre Occidental

Zona	Superficie general	Superficie en el Gran Corredor de la Sierra Madre Occidental	% respecto al total de cada zona
SAR	2,824,450.29	176,011.7574	6.23%
AI	130,430.16	16,958.3881	13.00%
AP	2,054.34	275.5445	13.41%

Sin embargo, si bien el proyecto es lineal, no se prevé el confinamiento de las áreas, por lo que no se estaría creando una fragmentación del espacio, más allá de la originada por las actividades antrópicas que se desarrollan de forma cotidiana en las inmediaciones del área de establecimiento del Proyecto; así como tampoco se prevé la formación del efecto barrera o la formación de islas; aunado a que, aun y cuando quedará una franja permanente (DDV permanente) que permita el transito de vehículos durante las acciones de mantenimiento, el tránsito será de forma periódica pero no cotidiana, lo que disminuye el efecto que podría ocasionar a la fauna.

Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies representan gráficamente el análisis de los métodos de estimación con base en la riqueza de especies registrada en campo y el esfuerzo de muestreo aplicado, para que infiera en la posible riqueza y la eficiencia del muestreo (en porcentajes) en el área y el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (López Gómez & Williams Linera, 2006; Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Los métodos de estimación usan la curva observada de acumulación de especies para modelar el conteo de nuevas especies con respecto al esfuerzo de muestreo, y el valor de la riqueza es la asíntota de la curva (línea punteada en el plano con respecto a la “x”), si las curvas no llegan a esa asíntota podemos inferir que faltan más especies por registrar.

Considerando que la riqueza faunística registrada en campo mediante un muestreo puede no ser la total o la potencial, debido a que los estudios biológicos tienen limitaciones de tiempo y espacio, es necesario utilizar estimadores de riqueza y rarefacción, método ampliamente utilizado que calcula el número de especies esperadas en caso de que todas las muestras poseyesen el mismo número de individuos. Uno de los métodos para obtener los valores de rarefacción es la curva de Coleman, que requiere datos de abundancia de individuos; y dentro de los estimadores ampliamente utilizados también para estos análisis, se encuentra Chao 1, que es de los más rigurosos (Villareal, y otros, 2006). A través de lo anterior, éstos modelos (las curvas de acumulación de especies) permiten

evaluar si el esfuerzo de muestreo[19] (graficado en el eje "x") son necesarios para que el inventario de las especies registradas sea lo más completo posible con respecto a la riqueza estimada, en este sentido, generalmente **se considera que un inventario está razonablemente completo cuando el porcentaje de las especies observadas es mayor que 80% de la riqueza total estimada, a este porcentaje se le llama eficiencia de muestreo o grado de completitud del muestreo** (Pineda López & Verdú Franco, 2013).

Curvas de acumulación en el SAR

Los anfibios y reptiles fueron considerados como un solo grupo: herpetofaunístico, considerando que la herpetología (del griego «ἑρπετόν», herpeton "animal reptante, que se arrastra", y «-λογία» -logía, tratado, estudio, ciencia) es la rama de la zoología que estudia a los reptiles y anfibios.

Para la herpetofauna, el registro fue de nueve especies, aunque, de los resultados obtenidos mediante las curvas con los siete estimadores utilizados, no faltan especies por registrar; las curvas de acumulación obtenidas tienen una clara tendencia a la asíntota. Todos los estimadores indican una eficiencia de muestreo del 100%, siendo que, Jacknife 1 y Bootstrap fueron los que presentaron mejor resolución.

En este sentido, la eficiencia de muestreo es confiable de acuerdo a los resultados obtenidos por los estimadores Jacknife 1 y Bootstrap, con una eficiencia de muestreo del 100% (Figura IV.68, Tabla IV.86).

[19] El esfuerzo de muestreo puede estar referido a unidades tales como: número de cuadrantes o sitios de muestreo (como en el caso de este estudio), número de trampas, horas/metros de red, horas/hombre, abundancia, etc.

Figura IV.68 Curvas de acumulación de riqueza de herpetofauna registrada en el SAR

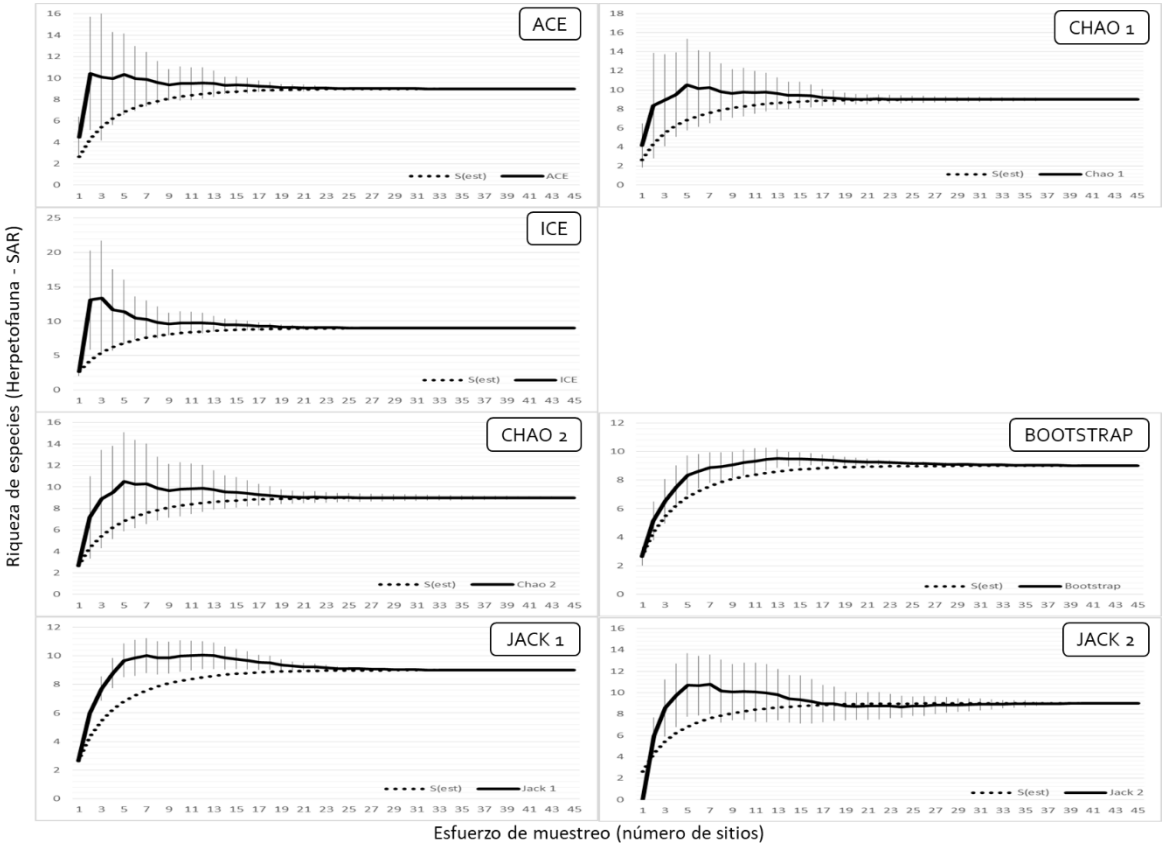


Tabla IV.86 Estimadores paramétricos y no paramétricos para herpetofauna registrada en el SAR

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
9 especies	Estimadores no paramétricos basados en la abundancia			
	ACE	9	0	100
	Chao 1	9	0	100
	Estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia			
	ICE	9	0	100
	Jacknife 1	9	0	100
	Jacknife 2	9	0	100
	Bootstrap	9	0	100
	Chao 2	9	0	100

En el caso de las aves, el registro fue de 57 especies, aunque, por los resultados obtenidos por las curvas, cabría esperar hasta 89; las curvas de acumulación obtenidas tienen una clara tendencia a la asíntota y el número de especies que faltan por registrar son hasta 32, indicadas por Jacknife 2. El estimador con mejor resolución fue Bootstrap, con una desviación estándar menor y un eficiencia de muestreo del 86.4%. Cabe mencionar que, las especies que faltan por registrar pueden ser errantes (*vagrants*) o bien especies raras que son difíciles de detectar (Figura IV.69, Tabla IV.87).

Figura IV.69 Curvas de acumulación de riqueza de aves registrada en el SAR

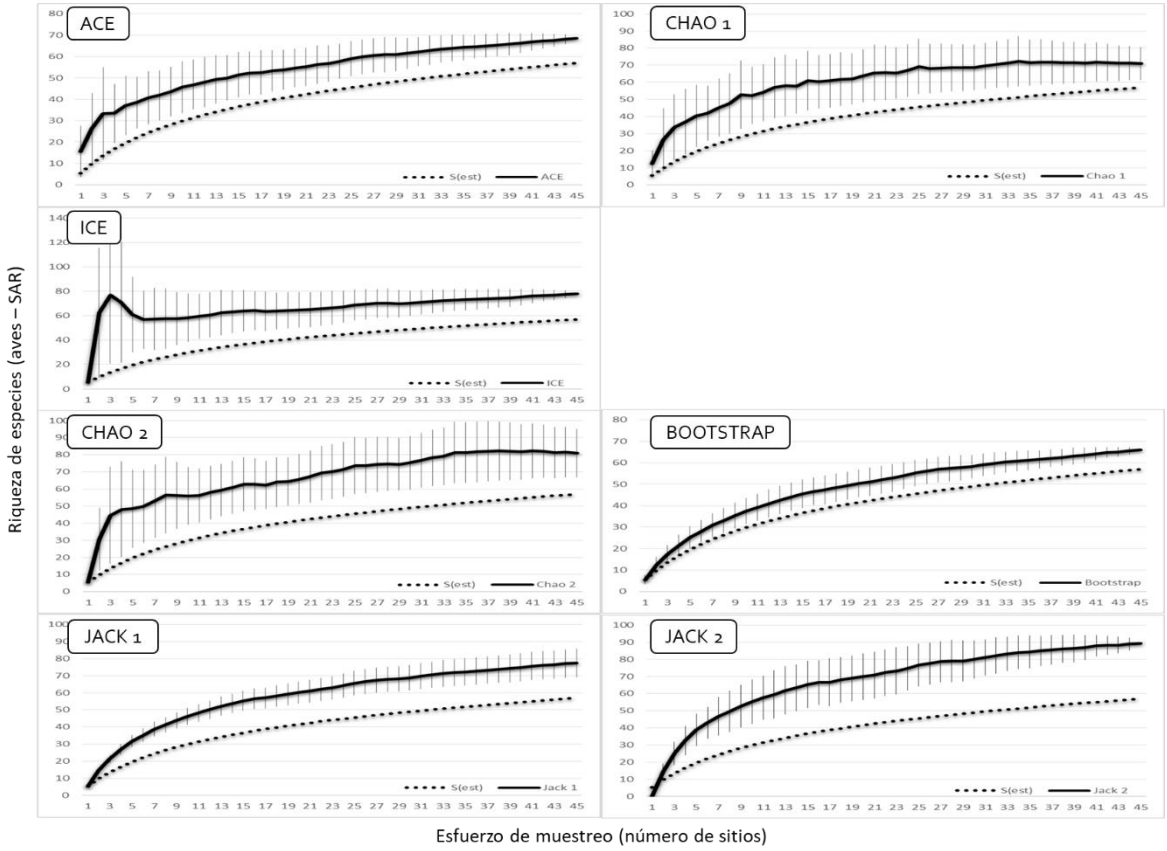


Tabla IV.87 Estimadores paramétricos y no paramétricos para aves registradas en el SAR.

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
57 especies	Estimadores no paramétricos basados en la abundancia			
	ACE	68.5	11.5	83.2
	Chao 1	71.0	14.0	80.2
	Estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia			
	ICE	78.0	21.0	73.0

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
	Jacknife 1	77.5	20.5	73.5
	Jacknife 2	89.2	32.2	63.9
	Bootstrap	66.0	9.0	86.4
	Chao 2	80.9	24.0	70.4

En el caso de los mamíferos, se registraron 12 especies en el SAR, considerando los resultados obtenidos del análisis de las curvas no se esperarían más especies por registrar; las curvas de acumulación obtenidas tienen una clara tendencia a la asíntota. Las curvas con mejor resolución fueron Jacknife 1 y Bootstrap; de acuerdo con los resultados del análisis, en el área no faltan por registrar especies y tienen una eficiencia de muestreo del 100% (Figura IV.70, Tabla IV.88).

Figura IV.70 Curvas de acumulación de riqueza de mamíferos registrada en el SAR.

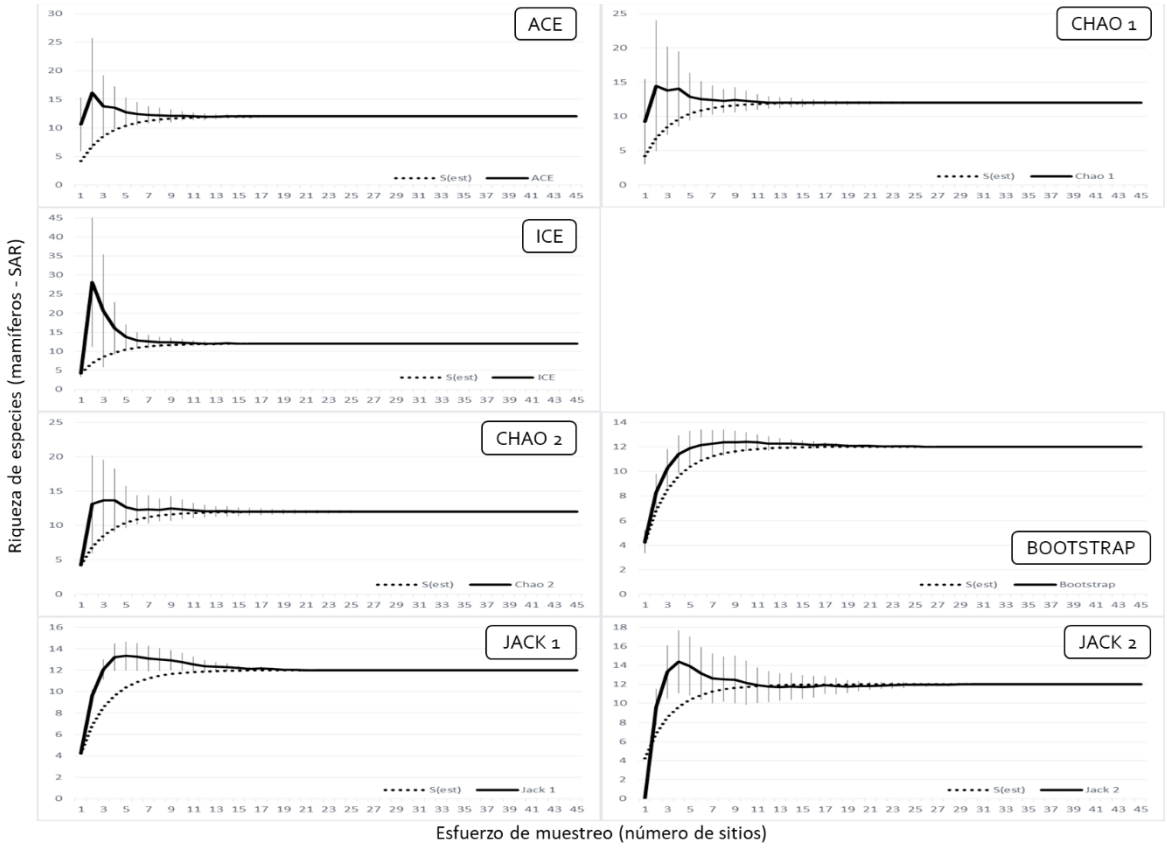


Tabla IV.88 Estimadores paramétricos y no paramétricos para mamíferos registrados en el SAR.

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
12 especies	Estimadores no paramétricos basados en la abundancia			
	ACE	12.0	0.0	100
	Chao 1	12.0	0.0	100
	Estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia			
	ICE	12.0	0.0	100
	Jacknife 1	12.0	0.0	100
	Jacknife 2	12.0	0.0	100
	Bootstrap	12.0	0.0	100
	Chao 2	12.0	0.0	100

Curvas de acumulación en el AI

Ahora bien, en lo que respecta a los resultados obtenidos para el AI, para la herpetofauna, el registro fue de nueve especies, mientras que, de la interpretación de las curvas, no se esperan más especies; los resultados de las curvas de acumulación muestran una clara tendencia a la asíntota y no faltan por registrar especies. Los indicadores que dieron una mejor resolución fueron Jacknife 1 y Bootstrap, con una eficiencia de muestreo del 100% (Figura IV.71, Tabla IV.89).

Figura IV.71 Curvas de acumulación de riqueza de herpetofauna en el AI.

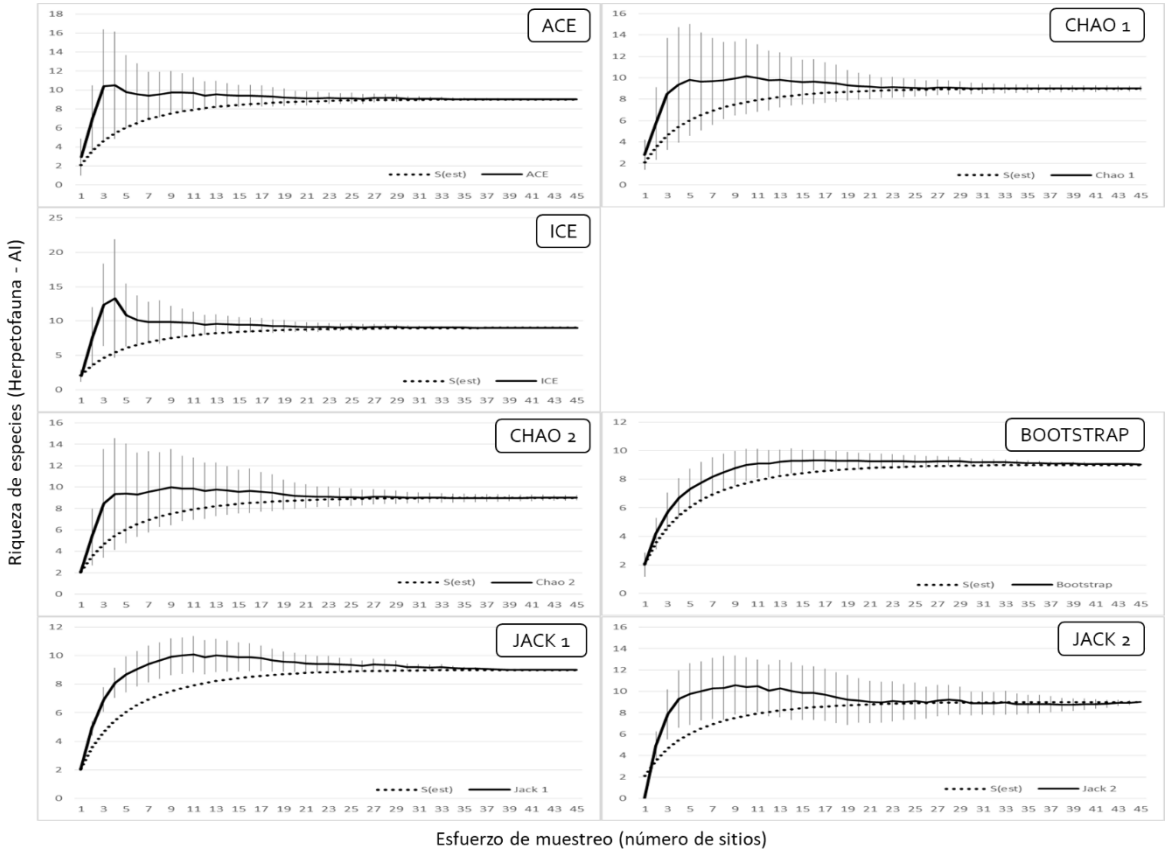


Tabla IV.89 Estimadores paramétricos y no paramétricos para herpetofauna en el AI.

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
9 especies	Estimadores no paramétricos basados en la abundancia			
	ACE	9	0	100
	Chao 1	9	0	100
	Estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia			
	ICE	9	0	100
	Jacknife 1	9	0	100
	Jacknife 2	9	0	100
	Bootstrap	9	0	100
	Chao 2	9	0	100

En el caso de las aves, el registro fue de 47 especies, aunque, por los resultados obtenidos por las curvas, cabría esperar hasta 66; las curvas de acumulación obtenidas tienen una clara tendencia a la asíntota y el número de especies que faltan por registrar son hasta 6, indicadas por Bootstrap. El estimador con mejor resolución fue Bootstrap, con una desviación estándar menor y una eficiencia de muestreo del 88.5%. Cabe mencionar que, las especies que faltan por registrar pueden ser errantes (*vagrants*) o bien especies raras que son difíciles de detectar (Figura IV.72, Tabla IV.90).

Figura IV.72 Curvas de acumulación de riqueza de aves registrada en el AI.

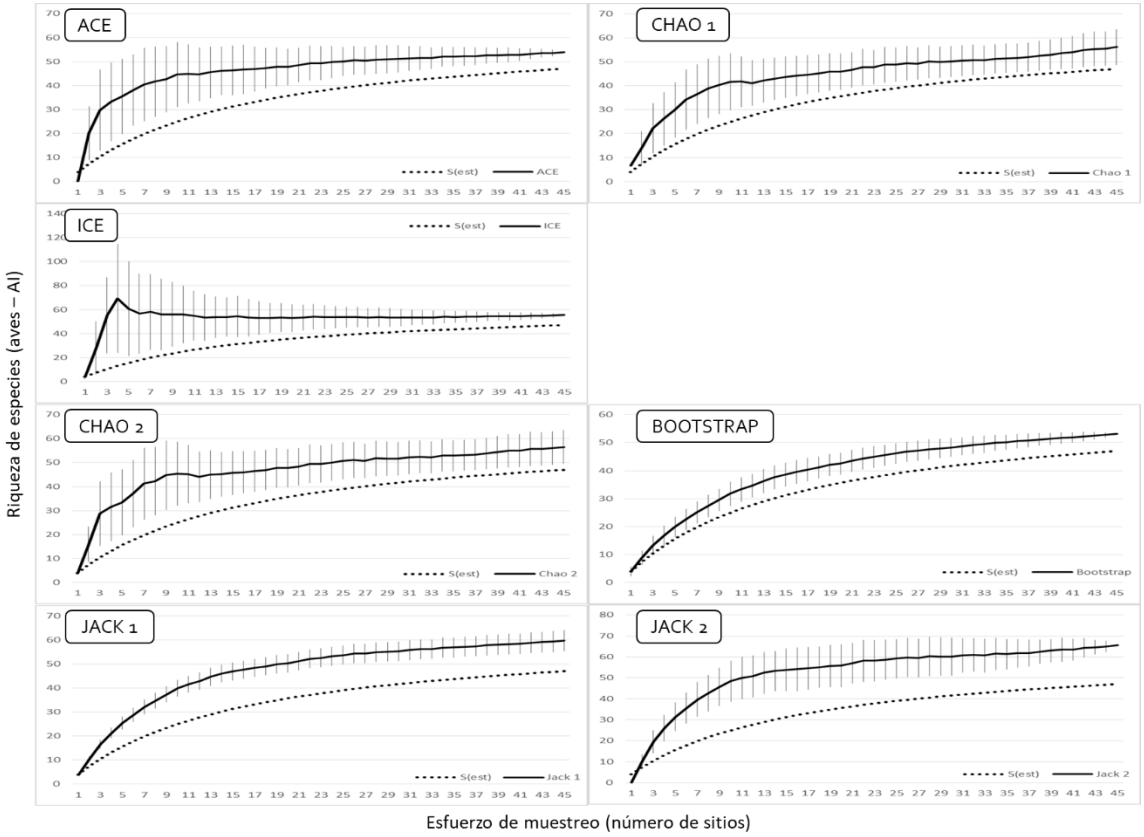


Tabla IV.90 Estimadores paramétricos y no paramétricos para aves registradas en el AI.

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
47 especies	Estimadores no paramétricos basados en la abundancia			
	ACE	53.9	6.9	87.2
	Chao 1	56.1	9.1	83.7
	Estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia			
	ICE	55.5	8.5	84.6

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
	Jacknife 1	59.7	12.7	78.7
	Jacknife 2	65.6	18.6	71.6
	Bootstrap	53.1	6.1	88.5
	Chao 2	56.5	9.5	83.1

En el caso de los mamíferos, se registraron 12 especies en el AI, considerando los resultados obtenidos del análisis de las curvas no se esperarían más especies por registrar; las curvas de acumulación obtenidas tienen una clara tendencia a la asíntota. Las curvas con mejor resolución fueron Jacknife 1 y Bootstrap; de acuerdo con los resultados del análisis, en el área no faltan por registrar especies y tienen una eficiencia de muestreo del 100% (Figura IV.73, Tabla IV.91).

Figura IV.73 Curvas de acumulación de riqueza de mamíferos registrada en el AI

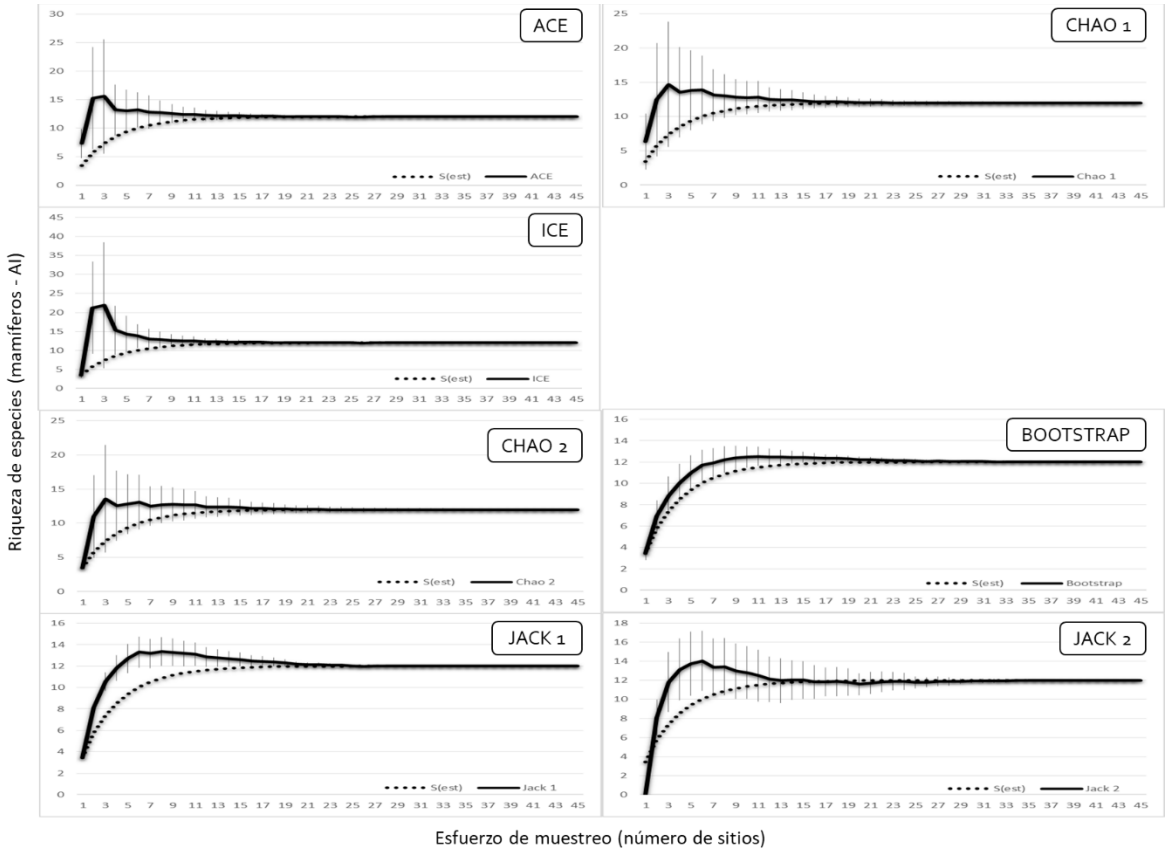


Tabla IV.91 Estimadores paramétricos y no paramétricos para mamíferos registrados en el AI.

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
12 especies	Estimadores no paramétricos basados en la abundancia			
	ACE	12.0	0.0	100
	Chao 1	12.0	0.0	100
	Estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia			
	ICE	12.0	0.0	100
	Jacknife 1	12.0	0.0	100
	Jacknife 2	12.0	0.0	100
	Bootstrap	12.0	0.0	100
	Chao 2	12.0	0.0	100

Curvas de acumulación en el AP

Ahora bien, en lo que respecta a los resultados obtenidos para el AP, para la herpetofauna, el registro fue de siete especies, mientras que, de la interpretación de las curvas, no se esperan más especies; los resultados de las curvas de acumulación muestran una clara tendencia a la asíntota y no faltan por registrar especies. El indicador que dio una mejor resolución fue Jacknife 1, con una eficiencia de muestreo del 100% (Figura IV.74, Tabla IV.92).

Figura IV.74 Curvas de acumulación de riqueza de herpetofauna en el AP.

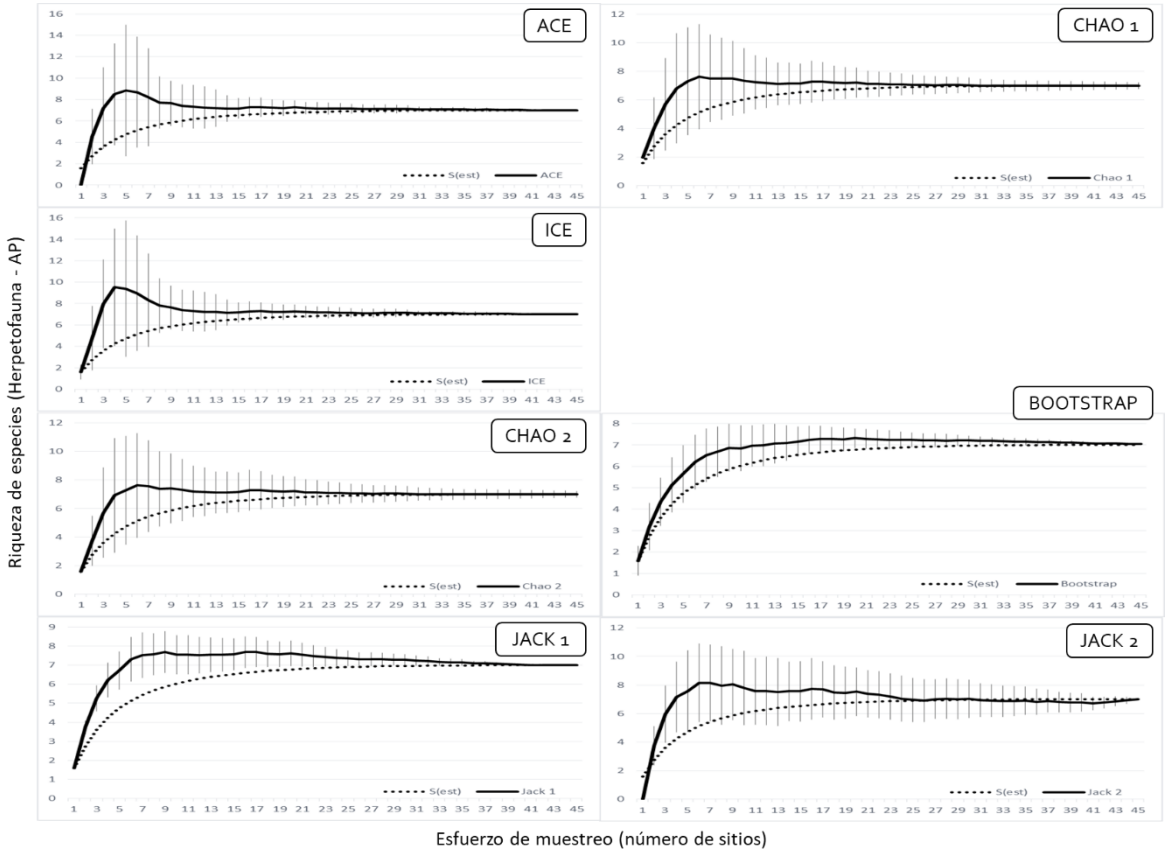


Tabla IV.92 Estimadores paramétricos y no paramétricos para herpetofauna en el AP.

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
7 especies	Estimadores no paramétricos basados en la abundancia			
	ACE	7	0	100
	Chao 1	7	0	100
	Estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia			
	ICE	7	0	100
	Jacknife 1	7	0	100
	Jacknife 2	7	0	100
	Bootstrap	7.05	0.05	99.3
	Chao 2	7	0	100

En el caso de las aves, el registro fue de 41 especies, aunque, por los resultados obtenidos por las curvas, cabría esperar hasta 57 especies; las curvas de acumulación obtenidas tienen una clara tendencia a la asíntota y el número de especies que faltan por registrar son hasta 16, indicadas por Jacknife 2. El estimador con mejor resolución fue Bootstrap, con una desviación estándar menor y una eficiencia de muestreo del 89.8%. Cabe mencionar que, las especies que faltan por registrar pueden ser errantes (*vagrants*) o bien especies raras que son difíciles de detectar (Figura IV.75, Tabla IV.93).

Figura IV.75 Curvas de acumulación de riqueza de aves registrada en el AP

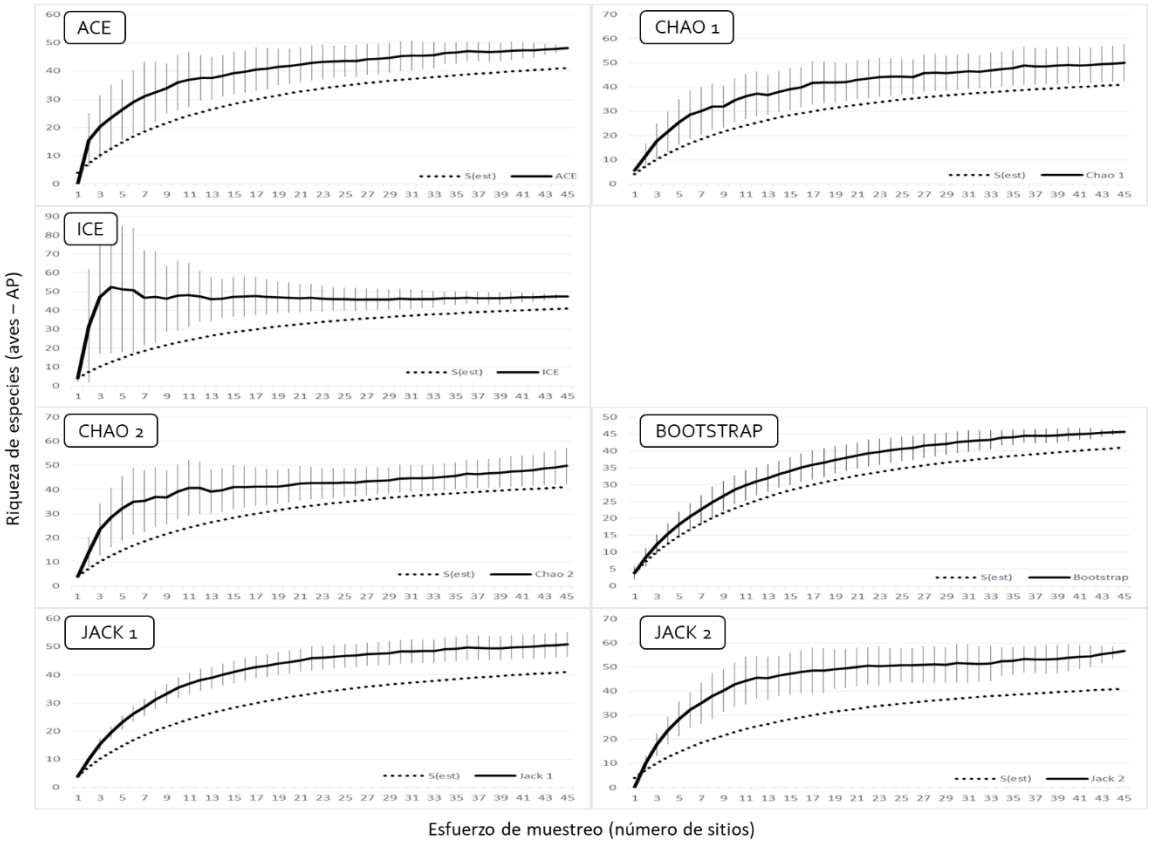


Tabla IV.93 Estimadores paramétricos y no paramétricos para aves registradas en el AP.

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
41 especies	Estimadores no paramétricos basados en la abundancia			
	ACE	48.1	7.1	85.3
	Chao 1	50.0	9.0	82.0
	Estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia			

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
	ICE	47.5	6.5	86.3
	Jacknife 1	50.8	9.8	80.7
	Jacknife 2	56.6	15.6	72.4
	Bootstrap	45.7	4.7	89.8
	Chao 2	49.8	8.8	82.3

En el caso de los mamíferos, se registraron 10 especies en el AP, considerando los resultados obtenidos del análisis de las curvas se esperarían dos especies más por registrar; las curvas de acumulación obtenidas tienen una clara tendencia a la asíntota. Las curvas con mejor resolución fueron Jacknife 1 y Bootstrap; de acuerdo con los resultados del análisis, en el área falta por registrar una especie y tienen una eficiencia de muestreo del 91.1% de acuerdo con el estimador Jacknife 1; mientras que, de acuerdo con Bootstrap, no faltan especies por registrar, con una eficiencia de muestreo de 96.1% (Figura IV.76, Tabla IV.94).

Figura IV.76 Curvas de acumulación de riqueza de mamíferos registrada en el AP.

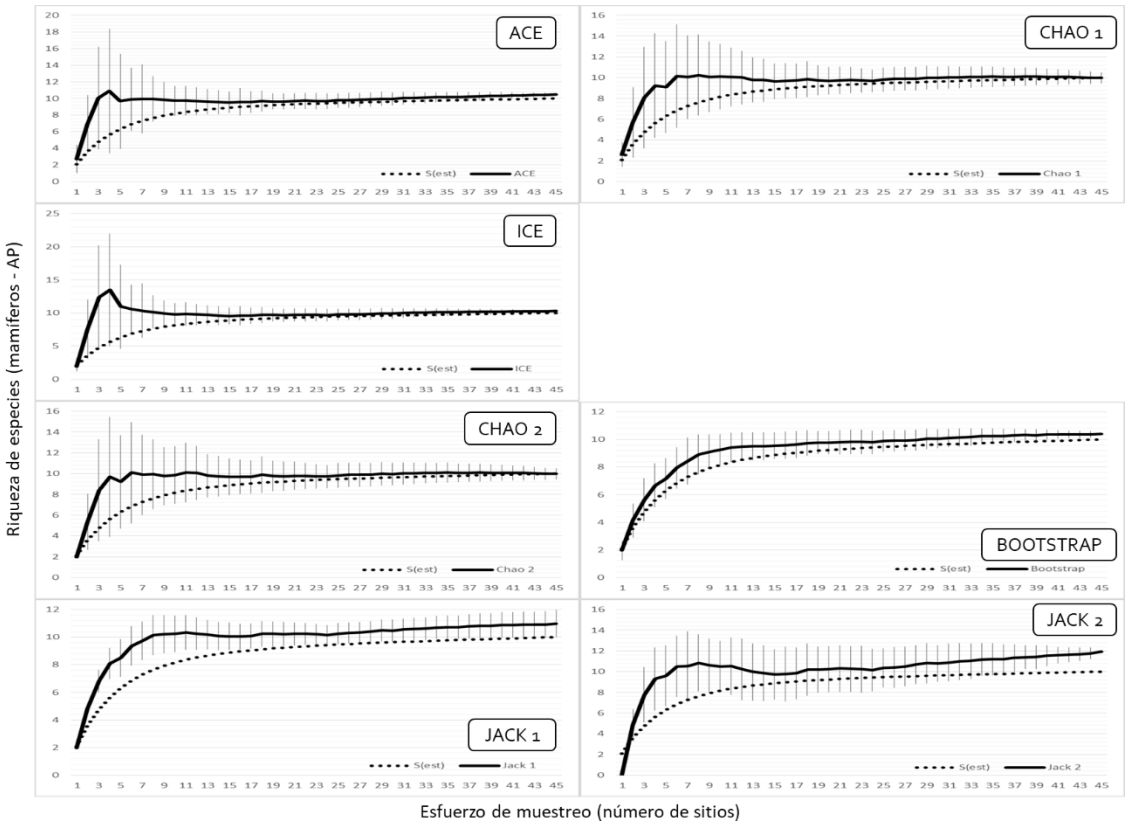


Tabla IV.94 Estimadores paramétricos y no paramétricos para mamíferos registrados en el AP.

Especies	Estimador	Especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia de muestreo
10 especies	Estimadores no paramétricos basados en la abundancia			
	ACE	10.5	0.5	95.4
	Chao 1	10.0	0.0	100
	Estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia			
	ICE	10.3	0.3	97.2
	Jacknife 1	11.0	1.0	91.1
	Jacknife 2	11.9	1.9	83.8
	Bootstrap	10.4	0.4	96.1
	Chao 2	10.0	0.0	100

Análisis de diversidad

La diversidad es determinada por dos factores: la riqueza específica (número de especies) y la abundancia específica (número de individuos por especie) ya sea relativa (porcentual "%") o real (individuo). En este caso se utilizaron dos análisis estadísticos, el de equidad (Shannon "H´") y dominancia (Simpson "ʎ"), el primero mide la distribución uniforme de la riqueza con la abundancia y el segundo si una especie está dominando con su número de individuos. Con base en lo anterior, si el número de Simpson es mayor que Shannon, hay una o varias especies que dominan el espacio a estudiar.

Considerando el total de especies registradas, sin dividirlas por grupo taxonómico, se obtiene un valor de diversidad alto (H'>3), así como un valor de λ que indica una alta diversidad. De acuerdo con el índice de Shannon, el SAR es el más diverso, seguido del AI y AP. En lo que respecta al exponencial de Shannon (^{1}D), la diversidad es de 50 especies efectivas en el SAR y AI y de 47 especies efectivas en el AP; mientras que, el índice de diversidad del inverso de Simpson indica un mayor número de especies efectivas en el AI, seguido del SAR y AP (39, 38 y 37, respectivamente; Tabla IV.95).

Tabla IV.95. Valores de abundancia, diversidad y dominancia por zona.

Zona	Abundancia	Riqueza	Shannon (H')	Simpson (λ)	^{1}D	^{2}D
AP	458	58	3.6638	0.0335	46.7789	36.9926

Zona	Abundancia	Riqueza	Shannon (H')	Simpson (λ)	^1D	^2D
AI	566	68	3.8454	0.0270	50.4511	39.5396
SAR	765	78	3.9210	0.0253	50.0119	38.2357
	234	9	1.5237	0.2667	4.5893	3.7494
NOTA: El segundo valor del SAR corresponde al orden Chiroptera.						

Análisis de diversidad para el SAR

El valor obtenido para el grupo herpetofaunístico del índice de Shannon fue de H'=2.01, valor que denota una diversidad media para este grupo taxonómico. Respecto al exponencial de Shannon, la diversidad es de siete especies efectivas; mientras que, el índice de diversidad del inverso de Simpson fue de seis especies efectivas (Tabla IV.96).

Tabla IV.96 Índices de diversidad del grupo herpetofaunístico en el SAR.

ID	Nombre científico	Nombre común	SAR	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Dryophytes wrightorum*	Ranita de montaña	7	0.0511	-2.9741	-0.1520	0.0026
2	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	10	0.0730	-2.6174	-0.1911	0.0053
3	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	38	0.2774	-1.2824	-0.3557	0.0769
4	*Phrynosoma modestum*	Tapayatxin	21	0.1533	-1.8755	-0.2875	0.0235
5	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	19	0.1387	-1.9755	-0.2740	0.0192
6	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano	20	0.1460	-1.9242	-0.2809	0.0213
7	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	8	0.0584	-2.8405	-0.1659	0.0034
8	*Crotalus lepidus*	Cascabel gris	6	0.0438	-3.1282	-0.1370	0.0019
9	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	8	0.0584	-2.8405	-0.1659	0.0034
	SUBTOTAL		137	1.0000		-2.0098	0.1577
						H' =	2.0098
						ʎ =	0.1577
						^1D =	7.4620
						^2D =	6.3430

El índice de Shannon para el grupo de aves fue de H'=3.52, valor que indica que se trata de un ecosistema con diversidad alta. El exponencial de Shannon indica una diversidad de 34 especies efectivas; mientras que, el índice de diversidad del inverso de Simpson fue de 24 especies efectivas (Tabla IV.97).

Tabla IV.97 Índices de diversidad del grupo de aves en el SAR.

ID	Nombre científico	Nombre común	SAR	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	16	0.0401	-3.2164	-0.1290	0.0016
2	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
3	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	7	0.0175	-4.0431	-0.0709	0.0003
4	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	2	0.0050	-5.2958	-0.0265	0.0000
5	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	6	0.0150	-4.1972	-0.0631	0.0002
6	*Anas crecca*	Cerceta alas verdes	5	0.0125	-4.3795	-0.0549	0.0002
7	*Anas diazi*	Pato mexicano	2	0.0050	-5.2958	-0.0265	0.0000
8	*Anser caerulescens*	Ganso blanco	4	0.0100	-4.6027	-0.0461	0.0001
9	*Mareca americana*	Pato chalcuán	4	0.0100	-4.6027	-0.0461	0.0001
10	*Mergus merganser*	Mergo mayor	8	0.0201	-3.9095	-0.0784	0.0004
11	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
12	*Cathartes aura*	Zopilote aura	15	0.0376	-3.2809	-0.1233	0.0014
13	*Coragyps atratus*	Zopilote común	10	0.0251	-3.6864	-0.0924	0.0006
14	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
15	*Calidris himantopus*	Playero zancón	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
16	*Calidris minutilla*	Playero diminuto	3	0.0075	-4.8903	-0.0368	0.0001
17	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	30	0.0752	-2.5878	-0.1946	0.0057
18	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	27	0.0677	-2.6931	-0.1822	0.0046
19	*Zenaida macroura*	Huilota común	17	0.0426	-3.1557	-0.1345	0.0018
20	*Falco mexicanus*	Halcón mexicano	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
21	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	2	0.0050	-5.2958	-0.0265	0.0000
22	*Callipepla gambelii*	Codorniz de Gambel	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000

ID	Nombre científico	Nombre común	SAR	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
23	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	2	0.0050	-5.2958	-0.0265	0.0000
24	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico	10	0.0251	-3.6864	-0.0924	0.0006
25	*Calocitta colliei*	Urraca cara negra	2	0.0050	-5.2958	-0.0265	0.0000
26	*Corvus corax*	Cuervo común	6	0.0150	-4.1972	-0.0631	0.0002
27	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	17	0.0426	-3.1557	-0.1345	0.0018
28	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
29	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	31	0.0777	-2.5550	-0.1985	0.0060
30	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	9	0.0226	-3.7917	-0.0855	0.0005
31	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile	2	0.0050	-5.2958	-0.0265	0.0000
32	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	11	0.0276	-3.5911	-0.0990	0.0008
33	*Mimus polyglottos*	Sinsonte Norteño	3	0.0075	-4.8903	-0.0368	0.0001
34	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	10	0.0251	-3.6864	-0.0924	0.0006
35	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	3	0.0075	-4.8903	-0.0368	0.0001
36	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	37	0.0927	-2.3780	-0.2205	0.0086
37	*Calamospiza melanocorys*	Gorrión alas blancas	4	0.0100	-4.6027	-0.0461	0.0001
38	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
39	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre	7	0.0175	-4.0431	-0.0709	0.0003
40	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
41	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	19	0.0476	-3.0445	-0.1450	0.0023
42	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	6	0.0150	-4.1972	-0.0631	0.0002
43	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	5	0.0125	-4.3795	-0.0549	0.0002
44	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
45	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	7	0.0175	-4.0431	-0.0709	0.0003
46	*Polioptila melanura*	Perlita del desierto	2	0.0050	-5.2958	-0.0265	0.0000
47	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	4	0.0100	-4.6027	-0.0461	0.0001
48	*Campylorhynchus*	Matraca del desierto	7	0.0175	-4.0431	-0.0709	0.0003

ID	Nombre científico	Nombre común	SAR	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
	brunneicapillus						
49	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	2	0.0050	-5.2958	-0.0265	0.0000
50	*Empidonax wrightii*	Papamoscas bajacolita	8	0.0201	-3.9095	-0.0784	0.0004
51	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
52	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
53	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú	5	0.0125	-4.3795	-0.0549	0.0002
54	*Ardea herodias*	Garza morena	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
55	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco americano	7	0.0175	-4.0431	-0.0709	0.0003
56	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
57	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	1	0.0025	-5.9890	-0.0150	0.0000
	SUBTOTAL		399	1.0000		-3.5216	0.0413
						H' =	3.5216
						ʎ =	0.0413
						^{1}D =	33.8369
						^{2}D =	24.2131

En lo que respecta al grupo de mamíferos, el valor del índice de Shannon fue de H'=2.40, lo que indica que el ecosistema se encuentra poco perturbado con una diversidad media. El valor de exponencial de Shannon, la diversidad es de once especies efectivas; mientras que, de acuerdo al inverso de Simpson la diversidad es de diez especies efectivas (Tabla IV.98).

Tabla IV.98 Índices de diversidad del grupo de mamíferos en el SAR.

ID	Nombre científico	Nombre común	SAR	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	22	0.0961	-2.3427	-0.2251	0.0092
2	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	11	0.0480	-3.0358	-0.1458	0.0023
3	*Canis latrans*	Coyote	26	0.1135	-2.1756	-0.2470	0.0129
4	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	15	0.0655	-2.7257	-0.1785	0.0043
5	*Procyon lotor*	Mapache	12	0.0524	-2.9488	-0.1545	0.0027
6	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	14	0.0611	-2.7947	-0.1709	0.0037

ID	Nombre científico	Nombre común	SAR	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
7	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	40	0.1747	-1.7448	-0.3048	0.0305
8	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	28	0.1223	-2.1015	-0.2570	0.0150
9	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana	24	0.1048	-2.2557	-0.2364	0.0110
10	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	12	0.0524	-2.9488	-0.1545	0.0027
11	*Dipodomys merriami*	Rata canguro de Merriam	11	0.0480	-3.0358	-0.1458	0.0023
12	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	14	0.0611	-2.7947	-0.1709	0.0037
	SUBTOTAL		229	1.0000		-2.3911	0.1004

H' =	2.3911
ʎ =	0.1004
^{1}D =	10.9260
^{2}D =	9.9565

Finalmente, el valor del índice de Shannon para el grupo de murciélagos fue de H'=1.524, lo que indica una diversidad baja y un ecosistema perturbado. El valor de exponencial de Shannon, la diversidad es de cinco especies efectivas; mientras que, de acuerdo al inverso de Simpson la diversidad es de cuatro especies efectivas (Tabla IV.99).

Tabla IV.99 Índices de diversidad del grupo de quirópteros en el SAR.

ID	Nombre científico	Nombre común	Total	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Eumops perotis*	Murciélago con bonete mayor	55	0.2350	-1.4480	-0.3403	0.0552
2	*Nyctinomops femorosaccus*	Murciélago-cola suelta de bolsa	10	0.0427	-3.1527	-0.1347	0.0018
3	*Nyctinomops macrotis*	Murciélago cola suelta mayor	52	0.2222	-1.5041	-0.3342	0.0494
4	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago cola suelta mexicano	92	0.3932	-0.9335	-0.3670	0.1546
5	*Mormoops megalophylla*	Murciélago-barba arrugada	17	0.0726	-2.6221	-0.1905	0.0053
6	*Eptesicus fuscus*	Murciélago moreno norteamericano	2	0.0085	-4.7622	-0.0407	0.0001
7	*Lasiurus xanthinus*	Murciélago amarillo del oeste	4	0.0171	-4.0690	-0.0696	0.0003
8	*Myotis auriculus*	Miotis orejudo	1	0.0043	-5.4553	-0.0233	0.0000

ID	Nombre científico	Nombre común	Total	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
9	*Myotis velifer*	Miotis mexicano	1	0.0043	-5.4553	-0.0233	0.0000
Total general			234	1.0000		-1.5237	0.2667
						H' =	1.524
						ʎ =	0.2667
						^{1}D =	4.589
						^{2}D =	3.749

Análisis de diversidad para el AI

El valor obtenido para el grupo herpetofaunístico del índice de Shannon fue de H'=1.98, valor que denota una diversidad baja y un ecosistema perturbado para este grupo taxonómico. Respecto al exponencial de Shannon, la diversidad es de siete especies efectivas; mientras que, el índice de diversidad del inverso de Simpson fue de seis especies efectivas (Tabla IV.100).

Tabla IV.100 Índices de diversidad del grupo herpetofaunístico en el AI.

ID	Nombre científico	Nombre común	AI	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Dryophytes wrightorum*	Ranita de montaña	3	0.0275	-3.5927	-0.0989	0.0008
2	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	8	0.0734	-2.6119	-0.1917	0.0054
3	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	31	0.2844	-1.2574	-0.3576	0.0809
4	*Phrynosoma modestum*	Tapayatxin	16	0.1468	-1.9188	-0.2817	0.0215
5	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	17	0.1560	-1.8581	-0.2898	0.0243
6	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano	16	0.1468	-1.9188	-0.2817	0.0215
7	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	7	0.0642	-2.7454	-0.1763	0.0041
8	*Crotalus lepidus*	Cascabel gris	5	0.0459	-3.0819	-0.1414	0.0021
9	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	6	0.0550	-2.8996	-0.1596	0.0030
SUBTOTAL			109	1.0000		-1.9786	0.1637
						H' =	1.9786
						ʎ =	0.1637

ID	Nombre científico	Nombre común	AI	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
						^{1}D =	7.2325
						^{2}D =	6.1085

El índice de Shannon para el grupo de aves fue de H'=3.45, valor que indica que se trata de un ecosistema con diversidad alta. El exponencial de Shannon indica una diversidad de 32 especies efectivas; mientras que, el índice de diversidad del inverso de Simpson fue de 24 especies efectivas (Tabla IV.101).

Tabla IV.101 Índices de diversidad del grupo de aves en el AI.

ID	Nombre científico	Nombre común	AI	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	3	0.0110	-4.5072	-0.0497	0.0001
2	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	3	0.0110	-4.5072	-0.0497	0.0001
3	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
4	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
5	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
6	*Anas crecca*	Cerceta alas verdes	6	0.0221	-3.8140	-0.0841	0.0005
7	*Anser caerulescens*	Ganso blanco	20	0.0735	-2.6101	-0.1919	0.0054
8	*Cathartes aura*	Zopilote aura	17	0.0625	-2.7726	-0.1733	0.0039
9	*Coragyps atratus*	Zopilote común	10	0.0368	-3.3032	-0.1214	0.0014
10	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	14	0.0515	-2.9667	-0.1527	0.0026
11	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	11	0.0404	-3.2079	-0.1297	0.0016
12	*Zenaida macroura*	Huilota común	18	0.0662	-2.7154	-0.1797	0.0044
13	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	3	0.0110	-4.5072	-0.0497	0.0001
14	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
15	*Callipepla gambelii*	Codorniz de Gambel	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
16	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	4	0.0147	-4.2195	-0.0621	0.0002
17	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico	13	0.0478	-3.0409	-0.1453	0.0023
18	*Calocitta colliei*	Urraca cara negra	3	0.0110	-4.5072	-0.0497	0.0001
19	*Corvus corax*	Cuervo común	4	0.0147	-4.2195	-0.0621	0.0002

ID	Nombre científico	Nombre común	AI	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
20	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	5	0.0184	-3.9964	-0.0735	0.0003
21	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	8	0.0294	-3.5264	-0.1037	0.0009
22	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	14	0.0515	-2.9667	-0.1527	0.0026
23	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	5	0.0184	-3.9964	-0.0735	0.0003
24	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	3	0.0110	-4.5072	-0.0497	0.0001
25	*Mimus polyglottos*	Sinsonte Norteño	5	0.0184	-3.9964	-0.0735	0.0003
26	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	5	0.0184	-3.9964	-0.0735	0.0003
27	*Anthus rubescens*	Bisbita norteamericana	3	0.0110	-4.5072	-0.0497	0.0001
28	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	2	0.0074	-4.9127	-0.0361	0.0001
29	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	25	0.0919	-2.3869	-0.2194	0.0084
30	*Calamospiza melanocorys*	Gorrión alas blancas	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
31	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
32	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre	7	0.0257	-3.6599	-0.0942	0.0007
33	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin	2	0.0074	-4.9127	-0.0361	0.0001
34	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	8	0.0294	-3.5264	-0.1037	0.0009
35	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	5	0.0184	-3.9964	-0.0735	0.0003
36	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	8	0.0294	-3.5264	-0.1037	0.0009
37	*Polioptila melanura*	Perlita del desierto	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
38	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	5	0.0184	-3.9964	-0.0735	0.0003
39	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	2	0.0074	-4.9127	-0.0361	0.0001
40	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	3	0.0110	-4.5072	-0.0497	0.0001
41	*Empidonax wrightii*	Papamoscas bajacolita	7	0.0257	-3.6599	-0.0942	0.0007
42	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	6	0.0221	-3.8140	-0.0841	0.0005
43	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
44	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú	2	0.0074	-4.9127	-0.0361	0.0001

ID	Nombre científico	Nombre común	AI	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
45	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera común	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
46	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	2	0.0074	-4.9127	-0.0361	0.0001
47	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo	1	0.0037	-5.6058	-0.0206	0.0000
	SUBTOTAL		272	1.0000		-3.4542	0.0413
						H' =	3.4542
						ʎ =	0.0413
						^{1}D =	31.6319
						^{2}D =	24.1936

En lo que respecta al grupo de mamíferos, el valor del índice de Shannon fue de H'=2.35, lo que indica que el ecosistema se encuentra poco perturbado con una diversidad media. El valor de exponencial de Shannon, la diversidad es de once especies efectivas; mientras que, de acuerdo al inverso de Simpson la diversidad es de nueve especies efectivas (Tabla IV.102).

Tabla IV.102 Índices de diversidad del grupo de mamíferos en el AI.

ID	Nombre científico	Nombre común	AI	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	15	0.0811	-2.5123	-0.2037	0.0066
2	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	8	0.0432	-3.1409	-0.1358	0.0019
3	*Canis latrans*	Coyote	24	0.1297	-2.0423	-0.2649	0.0168
4	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	14	0.0757	-2.5813	-0.1953	0.0057
5	*Procyon lotor*	Mapache	7	0.0378	-3.2744	-0.1239	0.0014
6	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	9	0.0486	-3.0231	-0.1471	0.0024
7	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	34	0.1838	-1.6940	-0.3113	0.0338
8	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	25	0.1351	-2.0015	-0.2705	0.0183
9	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana	20	0.1081	-2.2246	-0.2405	0.0117
10	*Peromyscus maniculatus*	Ratón norteamericano	10	0.0541	-2.9178	-0.1577	0.0029
11	*Dipodomys merriami*	Rata canguro de Merriam	8	0.0432	-3.1409	-0.1358	0.0019
12	*Otospermophilus*	Ardillón de rocas	11	0.0595	-2.8225	-0.1678	0.0035

ID	Nombre científico	Nombre común	AI	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
	variegatus						
	SUBTOTAL		185	1.0000		-2.3544	0.1069
						H' =	2.3544
						ʎ =	0.1069
						^{1}D =	10.5323
						^{2}D =	9.3588

Análisis de diversidad para el AP

El valor obtenido para el grupo de reptiles del índice de Shannon fue de H’=1.77, valor que denota una diversidad baja y un ecosistema alterado, con cierto grado de perturbación. Respecto al exponencial de Shannon, la diversidad es de seis especies efectivas; mientras que, el índice de diversidad del inverso de Simpson fue de cinco especies efectivas (Tabla IV.103).

Tabla IV.103 Índices de diversidad del grupo herpetofaunístico en el AP.

ID	Nombre científico	Nombre común	AP	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	7	0.0886	-2.4235	-0.2147	0.0079
2	*Sceloporus clarkii*	Lagartija espinosa del noroeste	25	0.3165	-1.1506	-0.3641	0.1001
3	*Phrynosoma modestum*	Tapayatxin	14	0.1772	-1.7304	-0.3067	0.0314
4	*Uta stansburiana*	Lagartija de mancha lateral norteña	14	0.1772	-1.7304	-0.3067	0.0314
5	*Aspidoscelis inornatus*	Huico liso del altiplano	11	0.1392	-1.9716	-0.2745	0.0194
6	*Crotalus atrox*	Cascabel de diamantes	5	0.0633	-2.7600	-0.1747	0.0040
7	*Crotalus pricei*	Cascabel de manchas gemelas	3	0.0380	-3.2708	-0.1242	0.0014
	SUBTOTAL		79	1.0000		-1.7656	0.1956
						H' =	1.7656
						ʎ =	0.1956
						^{1}D =	5.8449
						^{2}D =	5.1114

El índice de Shannon para el grupo de aves fue de H'=3.24, valor que indica que se trata de un ecosistema con diversidad alta. El exponencial de Shannon indica una diversidad de 25 especies efectivas; mientras que, el índice de diversidad del inverso de Simpson fue de 18 especies efectivas (Tabla IV.104).

Tabla IV.104 Índices de diversidad del grupo de aves en el AP.

ID	Nombre científico	Nombre común	AP	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	9	0.0335	-3.3975	-0.1137	0.0011
2	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
3	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	2	0.0074	-4.9016	-0.0364	0.0001
4	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
5	*Cathartes aura*	Zopilote aura	8	0.0297	-3.5153	-0.1045	0.0009
6	*Coragyps atratus*	Zopilote común	14	0.0520	-2.9557	-0.1538	0.0027
7	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
8	*Larus delawarensis*	Gaviota pico anillado	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
9	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	11	0.0409	-3.1968	-0.1307	0.0017
10	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	32	0.1190	-2.1290	-0.2533	0.0142
11	*Zenaida macroura*	Huilota común	15	0.0558	-2.8867	-0.1610	0.0031
12	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
13	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	3	0.0112	-4.4961	-0.0501	0.0001
14	*Cardinalis sinuatus*	Cardenal desértico	11	0.0409	-3.1968	-0.1307	0.0017
15	*Calocitta colliei*	Urraca cara negra	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
16	*Corvus corax*	Cuervo común	4	0.0149	-4.2084	-0.0626	0.0002
17	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	11	0.0409	-3.1968	-0.1307	0.0017
18	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	5	0.0186	-3.9853	-0.0741	0.0003
19	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	14	0.0520	-2.9557	-0.1538	0.0027
20	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	8	0.0297	-3.5153	-0.1045	0.0009
21	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile	3	0.0112	-4.4961	-0.0501	0.0001
22	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	3	0.0112	-4.4961	-0.0501	0.0001

ID	Nombre científico	Nombre común	AP	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
23	*Mimus polyglottos*	Sinsonte Norteño	2	0.0074	-4.9016	-0.0364	0.0001
24	*Toxostoma curvirostre*	Cuicacoche pico curvo	6	0.0223	-3.8030	-0.0848	0.0005
25	*Anthus rubescens*	Bisbita norteamericana	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
26	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	4	0.0149	-4.2084	-0.0626	0.0002
27	*Amphispiza bilineata*	Zacatonero garganta negra	37	0.1375	-1.9838	-0.2729	0.0189
28	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
29	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre	8	0.0297	-3.5153	-0.1045	0.0009
30	*Peucaea cassinii*	Zacatonero de Cassin	4	0.0149	-4.2084	-0.0626	0.0002
31	*Pooecetes gramineus*	Gorrión cola blanca	7	0.0260	-3.6488	-0.0950	0.0007
32	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	8	0.0297	-3.5153	-0.1045	0.0009
33	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	2	0.0074	-4.9016	-0.0364	0.0001
34	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	9	0.0335	-3.3975	-0.1137	0.0011
35	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	7	0.0260	-3.6488	-0.0950	0.0007
36	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	3	0.0112	-4.4961	-0.0501	0.0001
37	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
38	*Empidonax wrightii*	Papamoscas bajacolita	4	0.0149	-4.2084	-0.0626	0.0002
39	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	3	0.0112	-4.4961	-0.0501	0.0001
40	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	1	0.0037	-5.5947	-0.0208	0.0000
41	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiú	2	0.0074	-4.9016	-0.0364	0.0001
	SUBTOTAL		269	1.0000		-3.2360	0.0565
						H' =	3.2360
						ʎ =	0.0565
						^{1}D =	25.4321
						^{2}D =	17.7138

En lo que respecta al grupo de mamíferos, el valor del índice de Shannon fue de H'=2.08, lo que indica que el ecosistema se encuentra poco perturbado con una diversidad media. El valor de

exponencial de Shannon, la diversidad es de ocho especies efectivas; mientras que, de acuerdo al inverso de Simpson la diversidad es de siete especies efectivas (Tabla IV.105).

Tabla IV.105 Índices de diversidad del grupo de mamíferos en el AP

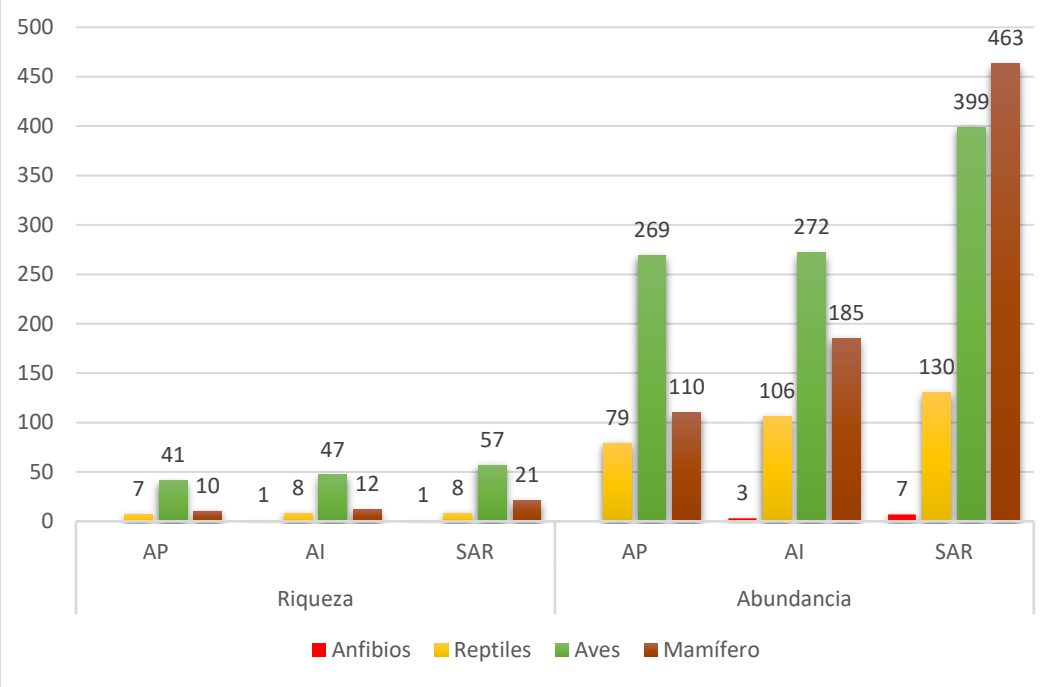
ID	Nombre científico	Nombre común	AP	i	Ln(i)	i*Ln(i)	λ
1	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	12	0.1091	-2.2156	-0.2417	0.0119
2	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar	3	0.0273	-3.6019	-0.0982	0.0007
3	*Canis latrans*	Coyote	12	0.1091	-2.2156	-0.2417	0.0119
4	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	11	0.1000	-2.3026	-0.2303	0.0100
5	*Procyon lotor*	Mapache	1	0.0091	-4.7005	-0.0427	0.0001
6	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	25	0.2273	-1.4816	-0.3367	0.0517
7	*Sylvilagus audubonii*	Conejo del desierto	21	0.1909	-1.6560	-0.3161	0.0364
8	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana	12	0.1091	-2.2156	-0.2417	0.0119
9	*Dipodomys merriami*	Rata canguro de Merriam	7	0.0636	-2.7546	-0.1753	0.0040
10	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	6	0.0545	-2.9087	-0.1587	0.0030
	SUBTOTAL		110	1.0000		-2.0831	0.1417
						H' =	2.0831
						ʎ =	0.1417
						^{1}D =	8.0296
						^{2}D =	7.0595

Conclusiones

La caracterización de la fauna en el AP, AI y SAR se realizó mediante 135 transectos, 45 en cada una de las áreas de interés. Los resultados obtenidos permitieron corroborar la presencia de 91 especies, mediante 2,023 registros en total (SAR, AI y AP), los cuales corresponden a los cuatro grupos taxonómicos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. De este total, 458 registros de 58 especies corresponden al AP; 566 registros de 68 especies fueron en el AI y 999 registros de 87 especies fueron en el SAR. En este sentido, se observa que el SAR es el sitio más diverso y con mayor abundancia, seguido por el AI y, finalmente, por el AP. Esto indica que el SAR y AI albergan ecosistemas mejor conservados que los que se encuentran en el AP. El grupo con mayor riqueza registrada fue el de las aves; mientras que, el grupo más abundante fue el de los mamíferos (debido a los registros de quirópteros). El grupo con menor abundancia y riqueza fue el de los anfibios (Figura

IV.77). Esto puede deberse a la etología de los organismos, considerando que las aves tienen una mayor movilidad y son más fáciles de detectar; caso contrario, muchas especies de los otros grupos taxonómicos son más difíciles de observar, considerando, además que la mayoría suele huir ante la presencia humana.

Figura IV.77 Comparativo de la riqueza y diversidad faunística



De acuerdo con los listados obtenidos, ocho de las especies registradas se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019), tres en la categoría de amenazadas (A) y cinco sujetas a protección especial (Pr). En los listados del libro rojo de la UICN, dos especies se encuentran en la categoría de casi amenazadas (NT) y las demás como preocupación menor (LC). En lo que respecta a la distribución, únicamente en el grupo de las aves se registró la presencia de especies con alguna restricción, siendo identificada a *Calocitta colliei* que es considerada como endémica, además se registraron tres especies catalogadas como semiendémicas y dos como cuasiendémicas.

Específicamente en el AP, de las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019), se registraron cuatro especies de reptiles: dos en la categoría de amenazadas (A) y dos sujetas a protección especial (Pr); además de dos especies de aves sujetas a protección especial (Pr); las dos especies de aves que se encuentran en la categoría de casi amenazada (NT) de acuerdo con el libro rojo de la UICN fueron observadas en el AP. Asimismo, las especies de aves que se identificaron con alguna restricción en su distribución también fueron registradas en el AP. Cabe mencionar que, sobre todo el grupo de las aves, presentan una alta movilidad y la mayoría de ellas huyen ante la presencia humana, aunado a que no se prevé la colocación de estructuras que puedan ocasionar interacciones negativas con este grupo, se considera este grupo como el menos afectado por la implementación del Proyecto.

Considerando los resultados obtenidos de las curvas de acumulación de especies, se obtuvieron gráficos donde se observa una clara tendencia a la asíntota en los tres[20] grupos taxonómicos registrados, con una eficiencia de muestreo superior al 80%, lo que representa que los muestreos fueron estadísticamente representativos.

En lo que respecta a los valores de diversidad dada por Shannon, los valores más altos fueron para las aves en las tres áreas de interés, considerando que este grupo, dada su etología y características, son más fáciles de registrar (Tabla IV.106).

Tabla IV.106 Valores de diversidad faunística del AP, AI y SAR

Taxón	Riqueza			Abundancia			Shannon (H)		
	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR	AP	AI	SAR
Herpetofauna	7	9	9	79	109	137	1.77	1.98	2.01
Aves	41	47	57	269	272	399	3.24	3.45	3.52
Mamíferos	10	12	12	110	185	229	2.08	2.35	2.39

IV.2.2.4. Servicios ecosistémicos que se afectan

De acuerdo con la SEMARNAT (2021)[21], los servicios ecosistémicos o ambientales son aquellos que la naturaleza o los procesos ecológicos proveen a los seres vivos y al planeta. Son cuatro tipos de servicios: de abastecimiento, de regulación, de apoyo y culturales.

- Abastecimiento: son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas como agua, alimentos, medicinas y materias primas. Para muchas poblaciones estos servicios representan su forma de subsistencia, por lo que su valor es mayor que si los comercializaran.
- Regulación: entre los servicios de regulación están el clima y la calidad del aire, el secuestro y almacenamiento de carbono, la moderación de fenómenos naturales, el tratamiento de aguas residuales, la prevención de la erosión y conservación de la fertilidad de suelos, el control de plagas, la polinización y regulación de los flujos del agua. Para muchas personas son invisibles y se dan por sentados; sin embargo, cuando se ven afectados, como la calidad del aire o el suelo, las consecuencias son importantes y en algunos casos resulta difícil de reparar.
- Apoyo: los ecosistemas proporcionan espacios vitales para la flora y la fauna. También conservan una diversidad de plantas y animales de complejos procesos que sustentan los demás servicios ecosistémicos.
  Algunos hábitats cuentan con un número excepcionalmente elevado de especies que los hace más diversos que otros desde el punto de vista genético.

[20] Los anfibios y reptiles se consideraron en un solo grupo: herpetofauna.
[21] SEMARNAT. 2021. Servicios ambientales o ecosistémicos, esenciales para la vida. Disponible en https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/servicios-ambientales-o-ecosistemicos-esenciales-para-la-vida?idiom=es

- Culturales: los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas se denominan servicios culturales. Comprenden la inspiración estética, la identidad cultural, el sentimiento de apego al terruño y la experiencia espiritual relacionada con el entorno natural. En este grupo se incluyen las actividades recreativas y para el turismo.

En este sentido, de acuerdo con la información presentada en los diferentes apartados de estos capítulos, los servicios ambientales considerados como susceptibles de resultar afectados por el Proyecto son los siguientes por categoría, sin embargo, en el Capítulo VI de esta MIA-R se describen las medidas que se contemplan para mitigar o compensar la reducción de los servicios ambientales.

Tabla IV.107. Servicios ambientales o ecosistémicos que se afectarán por el Proyecto.

Categoría	Servicio	Descripción
Abastecimiento	Provisión de agua en calidad y cantidad	Actualmente en el AP en condiciones actuales, del total precipitado, 77.94% se evapora, 4.37% se escurre y 17.69% se infiltra, infiltración que equivale a 1,465,005.43 m³/año. Mientras que, una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el AP, del total precipitado, la evaporación será del 77.94%, el escurrimiento será del 8.83% y la infiltración será del 13.23% (1,095,486.46 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 369,518.98 m³/año, lo que representa el 25.22% del total que se infiltra en condiciones actuales; en el AI esta disminución representa el 0.45% y en el SAR es el 0.02%. Por otro lado, la calidad actual tanto del agua superficial como subterránea pudiera resultar afectada derivado de un incorrecto manejo de residuos generados durante el desarrollo del Proyecto
	Provisión de materias primas forestales maderables y no maderables	De la superficie total del Proyecto se afecarán 1,979.39 ha con vegetación forestal de 14 tipos de vegetación, lo cual representa el 96.4% de la superficie total del AP, en esta superficie se tienen ecosistemas templados, áridos y semiáridos que resguardan materias primas susceptibles de ser aprovechadas por la población local; en el caso de los ecosistemas templados se tienen principalmente materias primas maderables, mientras que la vegetación árida y semiárida es reservorio principalmente de materias primas no maderables. De acuerdo con el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018 (SEMARNAT, 2018) [22], de las especies identificadas en el AP, se tienen registros del aprovechamiento de especies maderables de *Pinus spp., Quercus spp., Prosopis sp., Olneya tesota*, entre otras, de las cuales derivan productos como la escuadría, triplay, celulosa, postes, pilotes, durmientes, carbón vegetal y leñas muertas. Mientras que, en el rubro de la producción forestal no maderable se tiene el registro del aprovechamiento de especies como *Agave lechuguilla, Fouquieria splendens, Bursera sp. y Dasylirion sp*. La cuantificación de estas materias primas forestales se

[22] SEMARNAT. 2018. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2018 .
Disponible en: https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/2021/2018.pdf

Categoría	Servicio	Descripción
		realizará con detalle en el Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.
Regulación	Captura de carbono	La cantidad de carbono captado por los diferentes tipos de vegetación presentes actualmente en la superficie total del AP corresponde a 221,736.42 ton/año; mientras que, una vez removida la vegetación en el AP, se dejará de captar la totalidad del CO_2 captado actualmente en esta zona, lo cual a nivel del SAR representa el 0.08% y en el AI corresponde al 1.58%; con esta disminución la cifra de CO_2 captado en la totalidad del SAR pasará a 280,335,379.19 ton/año, en el AI será de 13,804,759.21 ton/año y en el AP será 0.
	Generación de oxígeno	La cantidad de oxígeno generado por los diferentes tipos de vegetación presentes actualmente en la superficie total del AP corresponde a 563,566.20 ton/año, mientras que, una vez removida la vegetación se perderá la totalidad del O_2 que actualmente se genera en esta zona, lo cual a nivel del SAR representa el 0.08% y en el AI corresponde al 1.51%; con esta disminución la cifra de O_2 generado en la totalidad del SAR pasará a 737,913,799.72 ton/año, en el AI será de 36,814,578.98 ton/año y en el AP será 0
	Protección contra la erosión del suelo	Actualmente en el AP las tasas de erosión hídrica obtenidas oscilan entre 0 a 7.04 ton/ha/año. Al extrapolar las tasas de erosión obtenidas a la superficie total del AP es de 6,716.14 ton/año; mientras que, en un escenario en que ya se hubiera removido la vegetación la tasa de erosión hídrica en el AP pasará a ser de hasta de 30.59 ton/ha/año. De acuerdo con dicha modificación en el AP se estima que en la totalidad del SAR la pérdida de suelo incremente a 11,169,142.92 ton/año, en el AI será de 427,768.97 ton/año y en el AP será de 25,624.77 ton/año; con un incremento total de 32,340.91 ton/año, lo cual representa el 0.23% en el SAR, 5.99% en el AI y 4.82 veces la erosión actual en el AP. Respecto a la erosión eólica, actualmente en el AP las tasas de erosión obtenidas oscilan entre 1.12 y 3.52 ton/ha/año. Al extrapolar las tasas de erosión obtenidas a la superficie total del AP es de 4,950.21 ton/año; mientras que, en un escenario en que ya se hubiera removido la vegetación la tasa de erosión eólica en el AP pasará a ser de hasta de 9.69 ton/ha/año. De acuerdo con dicha modificación en el AP, se estima que en la totalidad del SAR la pérdida de suelo incremente a 7,457,486.01 ton/año, en el AI será de 316,505.64 ton/año y en el AP será de 8,366.33 ton/año; con un incremento total de 13,316.54 ton/año, lo cual representa el 0.11% en el SAR, 2.64% en el AI y 2.69 veces la erosión actual en el AP.
	Regulación de los flujos de agua	Con la remoción de la vegetación se alterará la cantidad de agua que se infiltra y la que se escurre. Actualmente en el AP en condiciones actuales, del total de agua que se precipita, el 4.37% se escurre, mientras que, una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el AP, el escurrimiento será del 8.83%; cuyo incremento en el agua que se escurre representa el 4.46%. Esto tiene efectos en la erosión hídrica y por lo tanto en una mayor susceptibilidad de la superficie a deslaves, principalmente en aquellas zonas de mayor pendiente en
	Moderación de fenómenos naturales (vulnerabilidad a deslaves)	

Categoría	Servicio	Descripción
		donde las topoformas dominantes son sierras.
Apoyo	Protección de la biodiversidad	Los ecosistemas presentes en el área del proyecto son característicos de comunidades áridas, semiáridas y templadas, clasificados en 14 tipos de vegetación primaria y secundaria, de estos los tipos de vegetación primaria y, por lo tanto, mejor conservados son bosque de táscate, bosque de pino-encino, bosque de encino-pino, matorral sarcocaule, pastizal halófilo, vegetación de galería y vegetación halófila xerófila; mientras que aquellos tipos de vegetación que se encuentran en una mezcla de vegetación primaria y secundaria son: bosque de galería, bosque de encino, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, bosque de mezquite, mezquital xerófilo y pastizal natural. Estos ecosistemas son hábitat de diferentes especies de flora y fauna. La superficie con estos tipos de vegetación resguarda 210 especies de flora de 57 familias y 28 órdenes, de las cuales 4 se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 19 son endémicas. En cuanto a fauna, en el AP se registraron 58 especies de aves, mamíferos y reptiles. De acuerdo con los listados obtenidos, ocho de las especies registradas se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, específicamente en el AP, de las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron 4 especies de reptiles: 2 en la categoría de amenazadas (A) y 2 sujetas a protección especial (Pr); además de 2 especies de aves sujetas a protección especial (Pr).
Culturales	Calidad del paisaje	La calidad paisajística determinada en función de sus características de topoformas, tipos de vegetación, presencia de cuerpos de agua o escurrimientos superficiales, entre otras características sobresalientes, actualmente es alta en el 38.90% del AP y es media en el 61.10% en el AP, mientras que una vez realizada la remoción de la vegetación cuyo componente es central en la evaluación del paisaje, la calidad pasará a ser baja en la totalidad del AP, siendo perceptible también en las zonas próximas a este en el AI.

IV.2.3. Paisaje

El paisaje es concebido como una combinación del fenosistema (conjunto de componentes perceptibles en forma de panorama) y el criptosistema (conjunto de factores causales que subyacen al fenosistema y difícilmente son perceptibles) (Bernáldez, 1981). De este modo se puede establecer una distinción entre dos tipos de paisaje: primero, el paisaje total, que se identifica con el medio y las relaciones entre ecosistemas, y, segundo, el paisaje visual, que abarca la percepción por parte del observador (Álvarez, 2015).

Por lo tanto, para poder valorar el paisaje es importante saber cuáles son los elementos que lo componen, cómo se interrelacionan entre sí y cuál es su dinámica, para así estar en disposición de

valorarlo por su calidad intrínseca y no solo por su belleza, la cual es una cualidad de notable subjetividad, ya que está sujeta a la interpretación del individuo.

Por lo tanto, para poder valorar el paisaje es importante saber cuáles son los elementos que lo componen, cómo se interrelacionan entre sí y cuál es su dinámica, para así estar en disposición de valorarlo por su calidad intrínseca y no sólo por su belleza, ya que esta última es una cualidad subjetiva dado que está sujeta a la interpretación del individuo.

De este modo, para hacer la evaluación o análisis de paisaje se consideraron los siguientes aspectos:

Visibilidad. Espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. De este modo, se determinó que tanto el **AP** como el **AI** y el **SAR** se asocian con una gran variedad de topoformas, desde llanuras hasta sierras, en donde la visibilidad se encuentra limitada por la nitidez o agudeza visual[23] en el primer caso, así como por la presencia de elevaciones y vegetación en el caso de las sierras. En este sentido, desde el interior del **AP, AI** y **SA**, el paisaje se encuentra sujeto a las limitaciones del ojo humano debido a la presencia de obstáculos en donde se presenta un radio máximo de visión sobre la superficie.

Calidad paisajística. Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen:

- Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y otros rasgos paisajísticos sobresalientes tales como formas erosivas o rocosas.
- La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, entre otros.
- La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el Proyecto.

Fragilidad del paisaje. La fragilidad visual del paisaje es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano *et al*. 1991), entendida como la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan, es decir, recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

En este sentido, para realizar un análisis más preciso del paisaje presente en el SAR, AI y AP, dada su extensión y heterogeneidad, en primer lugar se realizó la delimitación de unidades paisajísticas por sección y posteriormente se realizó su valoración de conformidad con los atributos descritos anteriormente, la metodología detallada y resultados se presentan en los siguientes apartados.

IV.2.3.1. Identificación y delimitación de unidades paisajísticas

La identificación y delimitación de las unidades paisajísticas en el **SAR, AI** y **AP** se realizó considerando la siguiente definición de "unidad de paisaje" y la metodología para su identificación de acuerdo con Escribano *et al.* (1991), MOPT (1993) y Muñoz-Pedreros (2004).

[23] La agudeza visual es la capacidad del ojo para reconocer los objetos y formas en las imágenes que observa, a una distancia y condiciones determinadas.

Las unidades de paisaje (UP) son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar. Una UP debiera ser lo más homogénea posible con relación a su valor de paisaje (calidad visual) y valor de fragilidad. La unidad es una agregación ordenada y coherente de las partes elementales (Escribano *et al*. 1991).

Si se entiende la calidad visual como una cualidad, esto es, como función de un determinado número de parámetros es imprescindible determinar cuáles son esos parámetros, los que pasarán a ser los elementos constitutivos o categorías estéticas que se deberán considerar (MOPT, 1993). De este modo, se definirán y delimitarán las UP como una serie de "espacios" cerrados con características propias.

Metodología para la determinación de las unidades de paisaje

Las unidades de paisaje se establecen con base en aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definitorios del paisaje. Para determinar una UP se siguió el procedimiento que se describe en seguida:

- Determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, por ejemplo, puede tomarse la vegetación o el relieve.
- Cartografiar el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido.
- Agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas.

De acuerdo con la definición y metodología anterior, se procedió a la delimitación de las unidades paisajísticas, considerando como componente central las ecorregiones que se emplearon en el análisis de vegetación, tomando en cuenta que una ecorregión de acuerdo con la CONABIO (2020), se define como: "…*unidades geográficas con flora, fauna y ecosistemas característicos. Son una división de las grandes ecozonas o regiones biogeográficas"*; por lo tanto, cada ecorregión posee comunidades vegetales, fauna, relieves y climas que en conjunto propician características y por lo tanto unidades de paisaje similares.

a. Determinación de unidades paisajísticas

Tomando como ejemplo las tablas 1 y 2 del procedimiento de Muñoz – Pedreros (2004), la delimitación de UP considerando a las ecorregiones se presenta en la siguiente tabla, en donde se señalan sus características sobresalientes, indicándose las secciones en donde se encuentra. Cabe señalar que la caracterización de las unidades paisajísticas (ecorregiones) se realizó a nivel del SAR, dado que conforman el mosaico paisajístico completo del área de estudio, a partir del cual posteriormente se obtendrá la información específica del AI y del AP.

Tabla IV.108. Unidades de paisaje a partir del uso de ecorregiones como componente central.

Clave	Ecorregión	SAR	AI	AP
Ecorregión 01	Desiertos de América del Norte - Desierto Chihuahuense	Sección 1 a 8	Sección 1 a 7	Sección 1 a 7
Ecorregión 02	Elevaciones Semiáridas Meridionales - Piedemontes y Planicies con Pastizal, Matorral Xerófilo y Bosques de Encino y Coníferas	Sección 4 a 10	Sección 6 a 10	Sección 6 a 10
Ecorregión 03	Sierras Templadas - Bosques de Coníferas, Encinos y Mixtos de la Sierra Madre Occidental	Sección 8 a 14	Sección 9 a 14	Sección 10 a 14
Ecorregión 04	Elevaciones Semiáridas Meridionales - Archipiélago Madreano y Selvas cálido-secas	Sección 12 a 21	Sección 12 a 20	Sección 12 a 20
Ecorregión 05	Desiertos de América del Norte - Desierto Sonorense	Sección 20 a 27	Sección 20 a 27	Sección 20 a 27

Con base en la tabla anterior, se agregaron los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas, mismos que son necesarios para su valoración posterior (uso de suelo y vegetación, morfología, pendiente, erosión, tipo de suelo, hidrología y presencia de elementos antrópicos), mediante la sobreposición de la información vectorial y el uso de sistemas de información geográfica, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.109. Características dominantes de las unidades de paisaje.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Morfología	Hidrología	Actuación humana	Erosión	Tipo de suelo
Ecorregión 01	Presenta 19 USV, de los cuales 10 son diferentes tipos de vegetación forestal, dominando la vegetación de MDM, la cual ocupa el 52.8% de la superficie total de esta ecorregión y presenta una alta diversidad en el SAR y baja en el AI y AP. El 88.5% de la ecorregión presenta vegetación forestal. El 76.5% de la superficie de esta ecorregión posee tipos de vegetación con presencia de flora endémica.	Dominancia de topoformas de bajadas y llanuras.	Se presentan escurrimientos superficiales intermitentes en su mayoría y sólo uno perenne; no se aprecian cuerpos de agua.	El 11.5% de la superficie de esta ecorregión no es forestal, presenta usos agrícolas y de asentamientos humanos. Presencia de 2 carreteras que fragmentan la ecorregión.	De acuerdo con las estimaciones de erosión hídrica y eólica, esta se clasificación en baja y sin erosión, respectivamente, en todas las secciones.	Dominan suelos de tipo regosol, calcisol y leptosol.
Ecorregión 02	Presenta 20 USV, de los cuales 11 son diferentes tipos de vegetación forestal, dominando la vegetación de PN, la cual ocupa el 44% de la superficie total de esta ecorregión, la cual presenta una diversidad alta en el SAR, AI y AP. El 83.7% de la ecorregión presenta vegetación forestal. El 82.4% de la superficie de esta ecorregión posee tipos de vegetación con presencia de flora endémica.	Dominancia de topoformas de bajadas.	Se observan 2 escurrimientos perennes ubicados en la Sección 8 y 9, así como un cuerpo de agua ubicado al norte de la Sección 9.	El 16.3% de la superficie de esta ecorregión no es forestal, presenta usos agrícolas y de asentamientos humanos. Presencia de una carretera que fragmentan de forma importante la ecorregión.	De acuerdo con las estimaciones de erosión hídrica y eólica, esta se clasificación en baja y sin erosión, respectivamente, en todas las secciones.	Dominan suelos de tipo regosol, calcisol y leptosol.
Ecorregión 03	Presenta 12 USV, de los cuales 8 son diferentes tipos de vegetación forestal, con dominancia de bosque de encino en el 47.8% de la superficie total de la ecorregión, la cual presenta una diversidad alta en el SAR, AI y AP. El 97% de la ecorregión presenta vegetación forestal. El 90.1% de la superficie de esta ecorregión posee tipos de vegetación con	Dominancia de topoformas de sierra.	Se observan numerosos escurrimientos perennes en la Sección 11, mientras que, en el resto de esta ecorregión domina la presencia de escurrimientos intermitentes; no	El 3% de la superficie de esta ecorregión no es forestal, presenta usos agrícolas y de asentamientos humanos. Presencia de 2 carreteras que fragmentan la ecorregión.	De acuerdo con las estimaciones de erosión hídrica y eólica, esta se clasificación en baja y sin erosión, respectivamente, en todas las secciones.	Dominan suelos de tipo leptosol.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Morfología	Hidrología	Actuación humana	Erosión	Tipo de suelo
	presencia de flora endémica.		se aprecian cuerpos de agua.			
Ecorregión 04	Presenta 20 USV, de los cuales 11 son diferentes tipos de vegetación forestal, dominando la vegetación de MDM, la cual ocupa el 40.9% de la superficie total de esta ecorregión, la cual presenta una diversidad media en el SAR y AI y baja en el AP. El 96.6% de la ecorregión presenta vegetación forestal. El 36.7% de la superficie de esta ecorregión posee tipos de vegetación con presencia de flora endémica.	Dominancia de topoformas de sierra.	Presencia de sólo 6 escurrimientos perennes, ubicados en las diferentes secciones, el resto son escurrimientos intermitentes; no se aprecian cuerpos de agua.	El 3.4% de la superficie de esta ecorregión no es forestal, presenta usos agrícolas y de asentamientos humanos. Presencia de 3 carreteras que fragmentan la ecorregión.	De acuerdo con las estimaciones de erosión hídrica y eólica, esta se clasificación en baja y sin erosión, respectivamente, en todas las secciones.	Dominan suelos de tipo leptosol.
Ecorregión 05	Presenta 20 USV, de los cuales 11 son diferentes tipos de vegetación forestal, dominando la vegetación de MSC, la cual ocupa el 62.9% de la superficie total de esta ecorregión, la cual presenta una diversidad alta en el SAR, AI y AP. El 95.2% de la ecorregión presenta vegetación forestal. El 73.7% de la superficie de esta ecorregión posee tipos de vegetación con presencia de flora endémica.	Dominancia de topoformas de bajadas.	Sólo se presentan escurrimientos superficiales intermitentes; no se aprecian cuerpos de agua.	El 4.8% de la superficie de esta ecorregión no es forestal, presenta usos agrícolas y de asentamientos humanos. Presencia de 2 carreteras que fragmentan la ecorregión.	De acuerdo con las estimaciones de erosión hídrica y eólica, esta se clasificación en baja y sin erosión, respectivamente, en todas las secciones.	Dominan suelos de tipo calcisol, regosol y leptosol.

En el **Anexo IV.6** se presentan los desgloses de superficies por sección, ecorregión, USV y pendientes que sustentan la información presentada en la tabla anterior, así mismo, en apartados anteriores de este capítulo se presentan mapas e información de USV, topoformas, hidrología, erosión y tipos de suelo que de igual forma respaldan la información señalada para estos temas.

En seguida se obtuvieron las superficies de cada **ecorregión** para los polígonos de **SAR, AI** y **AP** en hectáreas y porcentaje, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.110. Superficie por ecorregión en el SAR, AI y AP.

Ecorregión		SAR		AI		AP	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
Ecorregión 01	Desiertos de América del Norte - Desierto Chihuahuense	679,275.33	24.0%	31,973.12	24.5%	503.14	24.5%
Ecorregión 02	Elevaciones Semiáridas Meridionales - Piedemontes y Planicies con Pastizal, Matorral Xerófilo y Bosques de Encino y Coníferas	278,552.83	9.9%	13,937.95	10.7%	225.96	11.0%
Ecorregión 03	Sierras Templadas - Bosques de Coníferas, Encinos y Mixtos de la Sierra Madre Occidental	203,801.31	7.2%	17,278.51	13.2%	269.06	13.1%
Ecorregión 04	Elevaciones Semiáridas Meridionales - Archipiélago Madreano y Selvas cálido-secas	384,836.69	13.6%	33,489.47	25.7%	526.11	25.6%
Ecorregión 05	Desiertos de América del Norte - Desierto Sonorense	1,277,984.13	45.2%	33,751.10	25.9%	530.08	25.8%
Total general		2,824,450.29	100.0%	130,430.16	100.0%	2,054.34	100.0%

Como se puede observar en la tabla anterior, respecto a la superficie ocupada, la ecorregión dominante en el SAR, AI y AP es la Ecorregión 05, la cual ocupa cerca de la mitad de la superficie del SAR y una cuarta parte del AI y del AP, seguida de la Ecorregión 01 con cerca del 24% en cada zona, es decir, tanto el SAR como el AI y AP se encuentran dominados por paisajes desérticos, en donde los ecosistemas característicos son los matorrales desérticos y sarcoacuales.

Por sección se señala que, 15 de las 27 secciones se encuentran sólo en una ecorregión, 11 abarcan 2 ecorregiones y sólo una sección se encuentra en 3 ecorregiones (Sección 8). Específicamente, la distribución por sección es la siguiente:

- Las Secciones de la 1 a la 7 se encuentran dominadas por la Ecorregión 01 (desiertos).

- Las secciones 8 y 9 están presentes en su mayor parte en la Ecorregión 02 (elevaciones semiáridas).
- Las secciones de la 10 a la 13 tienen mayor presencia en la Ecorregión 03 (sierras templadas).
- Las secciones de la 14 a la 20 tienen mayor presencia en la Ecorregión 04 (elevaciones semiáridas).
- Las secciones de la 21 a la 27 se encuentran dominadas por la Ecorregión 05 (desiertos).

La distribución de las secciones en el mosaico paisajístico de las ecorregiones se muestra de forma general en la siguiente figura, mientras que los mapas detallados por ecorregión se incluyen en el **Anexo IV.2**).

Figura IV.78. Unidades de paisaje (ecorregiones), mapa general.



Los números en el mapa del 01 al 27 indican la sección.

En seguida se presentan evidencias fotográficas que muestran el paisaje característico de cada ecorregión y sección.

Figura IV.79. Evidencias fotográficas del paisaje característico en cada ecorregión.

Ecorregión 01	Matorral desértico micrófilo 
Ecorregión 02	Pastizal natural 

Ecorregión 03	Bosque de encino 
Ecorregión 04	Matorral desértico micrófilo 
Ecorregión 05	Matorral sarcocaule 

IV.2.3.2. Valoración del paisaje

Se realizó la valoración de la calidad y fragilidad paisajística de cada una de las unidades identificadas por sección del **Proyecto**, de acuerdo con la metodología presentada en esta sección, cuya forma de aplicación para evaluar la calidad del **SAR, AI** y **AP** se explica en cada apartado.

IV.2.3.2.1. Calidad paisajística

Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen:

Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y rasgos paisajísticos sobresalientes.

La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual, y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.

La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el **Proyecto**.

Estos aspectos, sus criterios y valores, así como la forma en que fueron aplicados para evaluar la calidad de cada una de las unidades de paisaje del **SAR, AI** y **AP** se explican en la siguiente tabla, es importante señalar que los componentes analizados y criterios se ajustaron de manera que expresaran con mayor claridad y menor subjetividad las características que le confieren calidad al paisaje evaluado en el área de estudio.

Tabla IV.111. Criterios de valoración de la calidad del paisaje y su forma de aplicación.

Componente	Criterio	Valor	Forma de aplicación
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado. Prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante.	5	Dominancia de topoformas de sierra.
	Relieve variando en tamaño. Presencia de formas erosivas en surcos o cárcavas, pero no dominantes o excepcionales.	3	Dominancia de topoformas de lomeríos.
	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1	Dominancia de topoformas de bajadas, valles y llanuras.
Vegetación forestal	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución heterogénea (de alta diversidad).	5	Dominancia de más de 3 tipos de vegetación forestal.
	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	3	Dominancia de 1 o 2 tipos de vegetación forestal.
	Ninguna variedad o contraste en la	1	Nula variedad de vegetación forestal o

Componente	Criterio	Valor	Forma de aplicación
	vegetación.		dominancia de USV no forestal.
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo.	5	Alta presencia de cuerpos de agua y escurrimientos superficiales perennes.
	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.	3	Presencia de cuerpos de agua o numerosos escurrimientos superficiales perennes, sin ser dominantes.
	Ausente o inapreciable	0	Baja presencia de cuerpos de agua o escurrimientos superficiales perennes, dominan los escurrimientos intermitentes.
Color	Combinación de color intensas y variadas o contrastes agradables	5	Combinación de diferentes tipos de ecosistemas, con dominancia de vegetación templada ya que le otorga intensidad en color.
	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante.	3	Combinación de vegetación árida y semiárida, así como vegetación templada, dado que le confiere combinación e intensidad en color.
	Poca variación de color o contraste, colores apagados.	1	Dominancia de áreas urbanas, agrícolas o vegetación árida y semiárida, dado que dominan colores similares.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	5	Colindancia con zonas con características distintas como es el caso de otras ecorregiones y cuerpos de agua. Ecorregión 05.
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto.	3	Al norte y/o sur del SAR se entremezcla marcadamente con otras ecorregiones con características distintas. Ecorregiones 02 y 03.
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.	0	Al norte y sur del SAR domina la misma ecorregión. Ecorregión 01 y 04.
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional.	6	Presencia de ecosistemas con flora endémica en más del 66% de la superficie.
	Característico, aunque similar a otros en la región.	2	Presencia de ecosistemas con flora endémica en 33 al 66% de la superficie.
	Bastante común en la región.	1	Vegetación sin flora o fauna endémica en menos del 33% de la superficie, áreas desprovistas de vegetación, agrícolas, zonas urbanas o vegetación cultivada.
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden	5	Sin presencia de rasgos de fragmentación y dominancia de vegetación forestal.

Componente	Criterio	Valor	Forma de aplicación
	favorablemente en la calidad visual		
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	2	Dominancia de vegetación forestal pero con presencia de fragmentación por carreteras, localidades y otros rasgos antropogénicos.
	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0	Dominancia de superficie no forestal y alta fragmentación por carreteras.

De acuerdo con la tabla anterior, en la Tabla IV.113 se presenta la valoración de las ecorregiones presentes en el **SAR, AI** y **AP**, la cual se comparó con la escala de referencia para determinar la clase de calidad paisajística que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.112. Escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad paisajística

Clase	Rango de puntuación	Descripción
A	19 a 33	Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
B	12 a 18	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales
C	0 a 11	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura

Tabla IV.113. Valoración de la calidad paisajística por ecorregión.

Ecorregión	Superficie SAR		Superficie AI		Superficie AP		Calidad actual								
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Morfología	Vegetación	Agua	Color	Fondo escénico	Rareza	Actuación humana	∑	Calidad
Ecorregión 01	679,275.33	24.05%	31,973.12	24.51%	503.14	24.49%	1	5	0	1	0	6	2	15	Media
Ecorregión 02	278,552.83	9.86%	13,937.95	10.69%	225.96	11.00%	1	5	0	1	3	6	2	18	Media
Ecorregión 03	203,801.31	7.22%	17,278.51	13.25%	269.06	13.10%	5	5	3	5	3	6	2	29	Alta
Ecorregión 04	384,836.69	13.63%	33,489.47	25.68%	526.11	25.61%	5	5	0	3	0	2	2	17	Media
Ecorregión 05	1,277,984.13	45.25%	33,751.10	25.88%	530.08	25.80%	1	5	0	1	5	6	2	20	Alta
Sup. total	2,824,450.29	100.00%	130,430.16	100.00%	2,054.34	100.00%									

Nota: en el **Anexo IV.6**, se encuentra la memoria de cálculo de la valoración realizada.

De acuerdo con lo presentado en la tabla anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

- Las Ecorregiones 01, 02 y 04 presentan una calidad paisajística media, estas ecorregiones en conjunto ocupan el 47.54% de la superficie del SAR, 60.88% del AI y 61.10% del AP.
- Las Ecorregiones 03 y 05 presentan una calidad paisajística alta, estas ecorregiones en conjunto ocupan el 52.46% de la superficie del SAR, 39.12% del AI y 38.90% del AP.

IV.2.3.2.2. Fragilidad del paisaje

Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios (**CAV**) que ahí se produzcan, es decir, recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Los criterios empleados para el análisis de este componente se especifican en la siguiente tabla, explicándose la forma de aplicación para las unidades paisajísticas establecidas (ecorregiones).

Tabla IV.114. Factores de paisaje considerados para la evaluación del CAV.

Factor	Condiciones	Valores		Forma de aplicación
		Nominal	Numérico	
Pendiente (S)	Inclinado (Pendiente > 55 %)	Bajo	1	Dominancia de topoformas de sierra.
	Inclinación suave (Pendiente de 25 - 55 %)	Moderado	2	Dominancia de topoformas de lomeríos.
	Poco Inclinado (Pendiente de 0 - 25 %)	Alto	3	Dominancia de topoformas de bajadas, valles y llanuras.
Estabilidad del suelo y Erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1	Dominancia de erosión severa o fuerte, así como zonas urbanas y desprovistas de vegetación.
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Moderado	2	Dominancia de erosión moderada.
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3	Dominancia de erosión leve o sin erosión.
Potencia de regeneración de vegetación (R)	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	1	Áreas urbanas o desprovistas de vegetación.
	Potencial moderado	Moderado	2	Áreas agrícolas, vegetación cultivada e inducida.
	Potencial alto	Alto	3	Áreas con presencia de vegetación primaria o secundaria.
Diversidad de vegetación (D)	Diversificada	Alta	3	Presencia de más de 3 tipos de vegetación forestal.
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2	Presencia de 1 o 2 tipos de vegetación forestal.

Factor	Condiciones	Valores		Forma de aplicación
		Nominal	Numérico	
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o monoespecífica	Baja	1	Asentamientos humanos, cuerpos de agua, áreas desprovistas de vegetación, vegetación inducida, cultivada o agrícola.
Contraste suelo /roca (C)	Contraste alto	Alto	3	Dominancia de suelo con pedregosidad: Leptosol Calcisol
	Contraste moderado	Moderado	2	Dominancia de suelos con nula o poca diferenciación de horizontes, arenosos y/o con pedregosidad: Arenosol Cambisol Regosol
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1	Dominancia de suelos orgánicos, profundos, arcillosos: Fluvisol Luvisol Phaeozem Solonchak Vertisol Lixisol Solonetz Planosol
Contraste suelo / vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3	Áreas urbanas o áreas desprovistas de vegetación.
	Contraste moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2	Áreas agrícolas, vegetación inducida o cultivada.
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1	Dominancia de vegetación forestal o cuerpos de agua.

De acuerdo con la tabla anterior, en seguida se presenta la valoración del **CAV** para cada una de las unidades paisajísticas identificadas, así mismo, con los valores obtenidos se aplicó la siguiente relación y posteriormente con la escala de referencia se determinó su clase de CAV y fragilidad, considerando que a mayor CAV menor fragilidad y viceversa:

CAV = S*(E+R+D+C+V)

Donde:

S= Pendientes.

E= Erosionabilidad del suelo.

R= Vegetación, potencial de regeneración.

D= Diversidad de vegetación.

C=Contraste suelo/roca.

V=Contraste suelo/vegetación.

Tabla IV.115. Escala de referencia para determinar la clase de CAV y la fragilidad.

Escala CAV	Valor CAV	Fragilidad
Bajo	< 15	Alta
Moderado	15 a 30	Media
Alto	> 30	Baja

Tabla IV.116. Valoración del CAV.

Unidad paisajística	Superficie SAR		Superficie AI		Superficie AP		CAV y fragilidad actual en el SAR								
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	S	E	R	D	C	V	CAV	Clase de CAV	Fragilidad
Ecorregión 01	679,275.33	24.05%	31,973.12	24.51%	503.14	24.49%	3	3	3	3	3	1	39	Alta	Baja
Ecorregión 02	278,552.83	9.86%	13,937.95	10.69%	225.96	11.00%	3	3	3	3	3	1	39	Alta	Baja
Ecorregión 03	203,801.31	7.22%	17,278.51	13.25%	269.06	13.10%	1	3	3	3	3	1	13	Baja	Alta
Ecorregión 04	384,836.69	13.63%	33,489.47	25.68%	526.11	25.61%	1	3	3	3	3	1	13	Baja	Alta
Ecorregión 05	1,277,984.13	45.25%	33,751.10	25.88%	530.08	25.80%	3	3	3	3	3	1	39	Alta	Baja
Superficie total	2,824,450.29	100.00%	130,430.16	100.00%	2,054.34	100.00%									

Nota: en el **Anexo IV.6**, se encuentra la memoria de cálculo de la valoración realizada.

Como se observa en la tabla anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Las Ecorregiones 01, 02 y 05 presentan una capacidad de absorción visual alta y por lo tanto una fragilidad baja, estas ecorregiones en conjunto ocupan el 79.16% de la superficie total del SAR, 61.08% del AI y 61.29% del AP.
- Las Ecorregiones 03 y 04 presentan una capacidad de absorción visual baja y por lo tanto una fragilidad alta, estas ecorregiones en conjunto ocupan el 20.84% de la superficie total del SAR, 38.92% del AI y 38.71% del AP.

IV.2.3.3. Resultados por sección

Los resultados de calidad, CAV y fragilidad obtenidos por ecorregión, se incluyeron a cada una de las secciones del Proyecto para presentar la tabla que se muestra en seguida, en donde se indica la superficie que ocupan en hectáreas y porcentaje.

Tabla IV.117. Clase de calidad, CAV y fragilidad por sección y ecorregión.

Sección	Ecorregión	SAR		AI		AP		Clase		
		Ha	%	Ha	%	Ha	%	Calidad	CAV	Fragilidad
Sección 01	Ecorregión 01	65,523.96	2.32%	5,105.10	3.91%	77.71	3.78%	Media	Alta	Baja
Sección 02	Ecorregión 01	95,804.12	3.39%	4,904.14	3.76%	75.47	3.67%	Media	Alta	Baja
Sección 03	Ecorregión 01	167,523.89	5.93%	4,981.11	3.82%	76.66	3.73%	Media	Alta	Baja
Sección 04	Ecorregión 01	114,651.34	4.06%	4,506.02	3.45%	76.03	3.70%	Media	Alta	Baja
	Ecorregión 02	8,107.66	0.29%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	Media	Alta	Baja
Sección 05	Ecorregión 01	117,411.51	4.16%	5,223.75	4.01%	83.13	4.05%	Media	Alta	Baja
	Ecorregión 02	24,619.29	0.87%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	Media	Alta	Baja
Sección 06	Ecorregión 01	61,143.20	2.16%	3,604.79	2.76%	56.48	2.75%	Media	Alta	Baja
	Ecorregión 02	13,901.26	0.49%	1,606.08	1.23%	23.65	1.15%	Media	Alta	Baja
Sección 07	Ecorregión 01	56,206.25	1.99%	3,648.21	2.80%	57.66	2.81%	Media	Alta	Baja
	Ecorregión 02	36,905.10	1.31%	1,557.10	1.19%	22.44	1.09%	Media	Alta	Baja
Sección 08	Ecorregión 01	1,011.05	0.04%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	Media	Alta	Baja
	Ecorregión 02	134,343.63	4.76%	5,114.14	3.92%	79.09	3.85%	Media	Alta	Baja
	Ecorregión 03	588.92	0.02%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	Alta	Baja	Alta
Sección 09	Ecorregión 02	55,838.35	1.98%	5,087.68	3.90%	88.85	4.33%	Media	Alta	Baja

Sección	Ecorregión	SAR		AI		AP		Clase		
		Ha	%	Ha	%	Ha	%	Calidad	CAV	Fragilidad
	Ecorregión 03	20,471.79	0.72%	56.47	0.04%	0.00	0.00%	Alta	Baja	Alta
Sección 10	Ecorregión 02	4,837.54	0.17%	572.95	0.44%	11.92	0.58%	Media	Alta	Baja
	Ecorregión 03	42,988.99	1.52%	3,701.15	2.84%	56.72	2.76%	Alta	Baja	Alta
Sección 11	Ecorregión 03	57,334.85	2.03%	4,464.03	3.42%	69.60	3.39%	Alta	Baja	Alta
Sección 12	Ecorregión 03	29,126.42	1.03%	4,704.33	3.61%	73.52	3.58%	Alta	Baja	Alta
	Ecorregión 04	3,481.76	0.12%	348.75	0.27%	4.95	0.24%	Media	Baja	Alta
Sección 13	Ecorregión 03	31,400.43	1.11%	3,077.21	2.36%	48.55	2.36%	Alta	Baja	Alta
	Ecorregión 04	10,814.88	0.38%	1,420.16	1.09%	21.72	1.06%	Media	Baja	Alta
Sección 14	Ecorregión 03	21,889.91	0.78%	1,275.32	0.98%	20.66	1.01%	Alta	Baja	Alta
	Ecorregión 04	44,928.57	1.59%	3,720.63	2.85%	57.24	2.79%	Media	Baja	Alta
Sección 15	Ecorregión 04	54,608.12	1.93%	4,874.54	3.74%	76.76	3.74%	Media	Baja	Alta
Sección 16	Ecorregión 04	45,021.93	1.59%	3,384.42	2.59%	53.58	2.61%	Media	Baja	Alta
Sección 17	Ecorregión 04	71,246.28	2.52%	5,133.02	3.94%	86.86	4.23%	Media	Baja	Alta
Sección 18	Ecorregión 04	46,480.85	1.65%	5,200.46	3.99%	80.15	3.90%	Media	Baja	Alta
Sección 19	Ecorregión 04	50,748.64	1.80%	5,210.65	3.99%	80.16	3.90%	Media	Baja	Alta
Sección 20	Ecorregión 04	50,094.05	1.77%	4,196.85	3.22%	64.69	3.15%	Media	Baja	Alta
	Ecorregión 05	15,777.50	0.56%	1,004.59	0.77%	15.43	0.75%	Alta	Alta	Baja
Sección 21	Ecorregión 04	7,411.60	0.26%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	Media	Baja	Alta
	Ecorregión 05	77,196.69	2.73%	5,251.01	4.03%	87.97	4.28%	Alta	Alta	Baja
Sección 22	Ecorregión 05	60,161.94	2.13%	4,715.80	3.62%	74.80	3.64%	Alta	Alta	Baja
Sección 23	Ecorregión 05	124,792.61	4.42%	4,472.76	3.43%	69.09	3.36%	Alta	Alta	Baja
Sección 24	Ecorregión 05	137,592.62	4.87%	4,665.88	3.58%	71.77	3.49%	Alta	Alta	Baja
Sección 25	Ecorregión 05	181,786.13	6.44%	4,379.41	3.36%	67.39	3.28%	Alta	Alta	Baja
Sección 26	Ecorregión 05	335,024.34	11.86%	4,576.80	3.51%	70.35	3.42%	Alta	Alta	Baja
Sección 27	Ecorregión 05	345,652.30	12.24%	4,684.83	3.59%	73.28	3.57%	Alta	Alta	Baja

Sección	Ecorregión	SAR		AI		AP		Clase		
		Ha	%	Ha	%	Ha	%	Calidad	CAV	Fragilidad
Total general		2,824,450.29	100.00%	130,430.16	100.00%	2,054.34	100.00%			

	Calidad alta
	Calidad media
	Calidad baja

IV.2.3.4. Resumen y conclusiones

De acuerdo con la evaluación realizada de la calidad paisajística, CAV y fragilidad, en las siguientes tablas se resumen las superficies por ecorregión y clase dentro del **SAR, AI** y **AP**, se resaltan aquellos valores dominantes en relleno de color verde.

Tabla IV.118. Superficie por clase de calidad paisajística, CAV y fragilidad por ecorregión.

Ecorregión	Superficie SAR		Superficie AI		Superficie AP		Clase		
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Calidad	CAV	Fragilidad
Ecorregión 01	679,275.33	24.05%	31,973.12	24.51%	503.14	24.49%	Media	Alta	Baja
Ecorregión 02	278,552.83	9.86%	13,937.95	10.69%	225.96	11.00%	Media	Alta	Baja
Ecorregión 03	203,801.31	7.22%	17,278.51	13.25%	269.06	13.10%	Alta	Baja	Alta
Ecorregión 04	384,836.69	13.63%	33,489.47	25.68%	526.11	25.61%	Media	Baja	Alta
Ecorregión 05	1,277,984.13	45.25%	33,751.10	25.88%	530.08	25.80%	Alta	Alta	Baja
Sup. total	2,824,450.29	100.00%	130,430.16	100.00%	2,054.34	100.00%			

Tabla IV.119. Superficie por clase de calidad paisajística, CAV y fragilidad general en el SAR, AI y AP.

Clase	SAR		AI		AP	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Calidad						
Alta	1,481,785.44	52.46%	51,029.61	39.12%	799.14	38.90%
Media	1,342,664.85	47.54%	79,400.55	60.88%	1,255.20	61.10%
Baja	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Total	2,824,450.29	100.00%	130,430.16	100.00%	2,054.34	100.00%
CAV						
Alta	2,235,812.29	79.16%	79,662.17	61.08%	1,259.18	61.29%
Moderada	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Baja	588,638.00	20.84%	50,767.99	38.92%	795.16	38.71%
Total	2,824,450.29	1.00	130,430.16	100%	2,054.34	100%
Fragilidad						
Alta	588,638.00	20.84%	50,767.99	38.92%	795.16	38.71%
Moderada	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Baja	2,235,812.29	79.16%	79,662.17	61.08%	1,259.18	61.29%
Total	2,824,450.29	100.00%	130,430.16	100.00%	2,054.34	100.00%

Conforme a la tabla anterior y los resultados manifestados en el presente apartado, se formulan las siguientes conclusiones:

- La calidad paisajística actual es alta en el 52.46% del SAR, 39.12% en el AI y 38.90% en el AP.
- La calidad paisajística es media en el 47.54% en el SAR, 60.88% en el AI y 61.10% en el AP.
- Las secciones en las cuales predomina una calidad paisajística alta son de la 10 a la 13 y de la 21 a la 27, en el resto de las secciones predomina la calidad media.
- La capacidad de absorción visual es alta y por lo tanto la fragilidad es baja en el 79.16% del SAR, 61.08% en el AI y 61.29% en el AP.
- La capacidad de absorción visual es baja y por lo tanto la fragilidad es alta en el 20.84% del SAR, 38.92% del AI y 38.71% del AP.
- Las secciones que presentan una mayor capacidad de absorción visual, es decir una mayor capacidad para asimilar los cambios que ahí se produzcan y que por lo tanto poseen una

fragilidad baja son de la 1 a la 9 y de la 20 a la 27, el resto de las secciones presentan una fragilidad alta.

IV.2.4. Medio socioeconómico

En este apartado se presenta la descripción y análisis del medio socioeconómico del **AP** y su cercanía. Para ello, se consideraron las principales actividades económicas que se desarrollan en los municipios por donde cruza el área del **Proyecto**, considerando el comportamiento de los diferentes sectores económicos presentes, cuya dinámica es el fundamento de la economía del área.

De manera breve se realizó lo siguiente:

1. **Contexto regional.** Con base en los reportes de la **CONAPO** (2020)[24], se presenta el esquema general económico de la región en donde pretende desarrollarse el **Proyecto** con la intención de relación con su entorno las comunidades asentadas en los municipios del **AP**, permitiendo conoces los aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales.
2. **Contexto municipal.** Se presenta la identificación y descripción de los indicadores socioeconómicos (demografía, vivienda y servicios, educación, salud, población económicamente activa e inactiva, entre otros) de cada uno de los municipios, los cuales reflejan la calidad de vida de la población con base en el censo de población y vivienda 2020 del **INEGI** (última actualización 16 de marzo 2021[25]).

En el **Capítulo VIII** se anexa la información sociodemográfica en el contexto regional y municipal que sustenta la información presentada en este apartado.

IV.2.4.1. Contexto regional

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural que se expresa en la falta de oportunidades y en la desigual distribución del progreso en la estructura productiva, lo que excluye a diversos grupos sociales, incidiendo en los niveles de bienestar y en la creación de capacidades, recursos y, por ende, en el desarrollo. **CONAPO** identifica cuatro dimensiones de expresión de este fenómeno: educación, vivienda, ingresos monetarios y afectación por la ubicación espacial. Posteriormente, propuso una medida resumen, denominada Índice de Marginación, cuyos resultados ayudan a priorizar las acciones para transformar el nivel y condiciones de vida de la población. Este índice se estima a partir de los censos de población y vivienda del **INEGI**.

En este sentido, de acuerdo con la **CONAPO** (2020), para la región de interés a nivel estatal se tiene que la entidad de Chihuahua presenta un índice de marginación de 20.015, el cual se considera como un grado de marginación medio, ocupando el décimo octavo lugar en el contexto nacional; mientras que, el estado de Sonora cuenta con un índice de marginación de 21.406 que se considera como un grado bajo; en contraste, a nivel municipal, el índice de marginación de los dieciséis municipios por donde cruza el Proyecto (seis en el estado de Chihuahua y diez en Sonora) se

[24] CONAPO, 2020. Índices de marginación 2020: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372
[25] INEGI, 2020. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Datos_abiertos

encuentra entre bajo y muy bajo (Tabla IV.120),indicador que sugiere que la mayor parte de la población tiene acceso a educación, vivienda adecuada y bienes.

Tabla IV.120 Índice de marginación a nivel municipal.

Entidad	Municipio	Sección	Índice de marginación, 2020		Lugar que ocupa a nivel nacional
Chihuahua	Guadalupe	01, 02	56.244	Bajo	1,725
	Ahumada	02, 03, 04, 05, 06	57.879	Muy bajo	2,138
	Buenaventura	06, 07	57.673	Muy bajo	2,085
	Galeana	07, 08	56.069	Bajo	1,672
	Nuevo Casas Grandes	08, 09	59.714	Muy bajo	2,384
	Casas Grandes	09, 10, 11, 12	57.348	Muy bajo	2,002
Sonora	Bacerac	12	56.083	Bajo	1,677
	Huachinera	12, 13, 14	56.553	Muy bajo	1,817
	Villa Hidalgo	14, 15	57.501	Muy bajo	2,041
	Cumpas	15, 16, 17	58.662	Muy bajo	2,273
	Huásabas	15	58.088	Muy bajo	2,173
	Arizpe	17, 18, 19	57.226	Muy bajo	1,973
	Cucurpe	19, 20	56.135	Bajo	1,696
	Santa Ana	20, 21, 22	58.995	Muy bajo	2,320
	Trincheras	22, 23, 24	56.450	Bajo	1,783
	Pitiquito	24, 25, 26, 27	57.566	Muy bajo	2,062

Así mismo, con la intención de evidenciar la situación actual de la población presente en el **AP**, en el siguiente apartado se presenta el contexto municipal, en donde se describe el medio socioeconómico para los dieciséis municipios sobre los cuales se ubica el **AP** y el **SAR**, de acuerdo con el censo de población y vivienda 2020 del **INEGI**.

IV.2.4.2. Contexto municipal

Como se indicó previamente, el AP incurre en dieciséis municipios: seis del estado de Chihuahua y diez en el estado de Sonora. El municipio con mayor extensión territorial es Ahumada (Chihuahua) con 16,910 km^2, seguido del municipio de Pitiquito, en el estado de Sonora, con 9,820 km^2. Ambos municipios cuentan con el mayor número de localidades: 181 cada uno. La mayor densidad de población se reporta para el municipio de Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, con 25.3 hab/km^2;

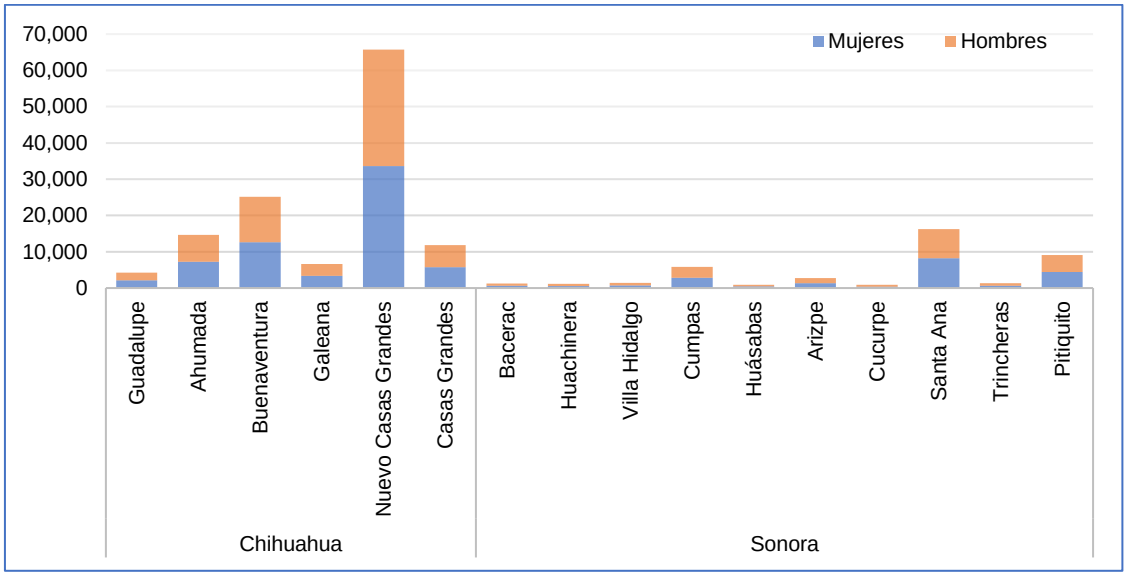
seguido de Santa Ana, en Sonora, con 11.0 hab/km^2. En lo que respecta a la densidad poblacional, la mayor se encuentra reportada para el municipio de Nuevo Casas Grandes, con 65,753 habitantes; caso contrario, el municipio con menor número de habitantes es Cucurpe, en Sonora. En el municipio de Galeana se reporta la razón de dependencia más alta, que es de 70.1; esto es que, existen 70 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad reproductiva (Tabla IV.121) (INEGI, 2022).

Tabla IV.121 Información a nivel municipal

Entidad	Municipio	Superficie (km^2)	Total de localidades	Densidad de población (hab/km^2)	Densidad poblacional	Representa de la población estatal (%)	Razón de dependencia
Chihuahua	Guadalupe	5,995.2	59	0.7	4,237	0.1	54.8
	Ahumada	16,910.0	181	0.9	14,635	0.4	62.2
	Buenaventura	7,912.0	69	3.2	25,146	0.7	59.7
	Galeana	1,729.6	43	3.8	6,656	0.2	70.1
	Nuevo Casas Grandes	2,602.2	79	25.3	65,753	1.8	52.8
	Casas Grandes	3,755.1	147	3.1	11,815	0.3	60.7
Sonora	Bacerac	1,344.6	13	0.9	1,221	0.1	61.5
	Huachinera	1,197.6	7	1.0	1,186	0.1	55.8
	Villa Hidalgo	1,471.5	3	1.0	1,429	0.1	65.2
	Cumpas	2,010.0	25	2.9	5,829	0.2	56.6
	Huásabas	821.7	3	1.1	888	0.1	61.4
	Arizpe	3,072.0	62	0.9	2,788	0.1	66.4
	Cucurpe	1,577.9	80	0.5	863	0.1	53.5
	Santa Ana	1,476.6	99	11.0	16,203	0.6	54.2
	Trincheras	3,010.4	43	0.5	1,381	0.1	63.8
	Pitiquito	9,820.0	181	0.9	9,122	0.3	51.7

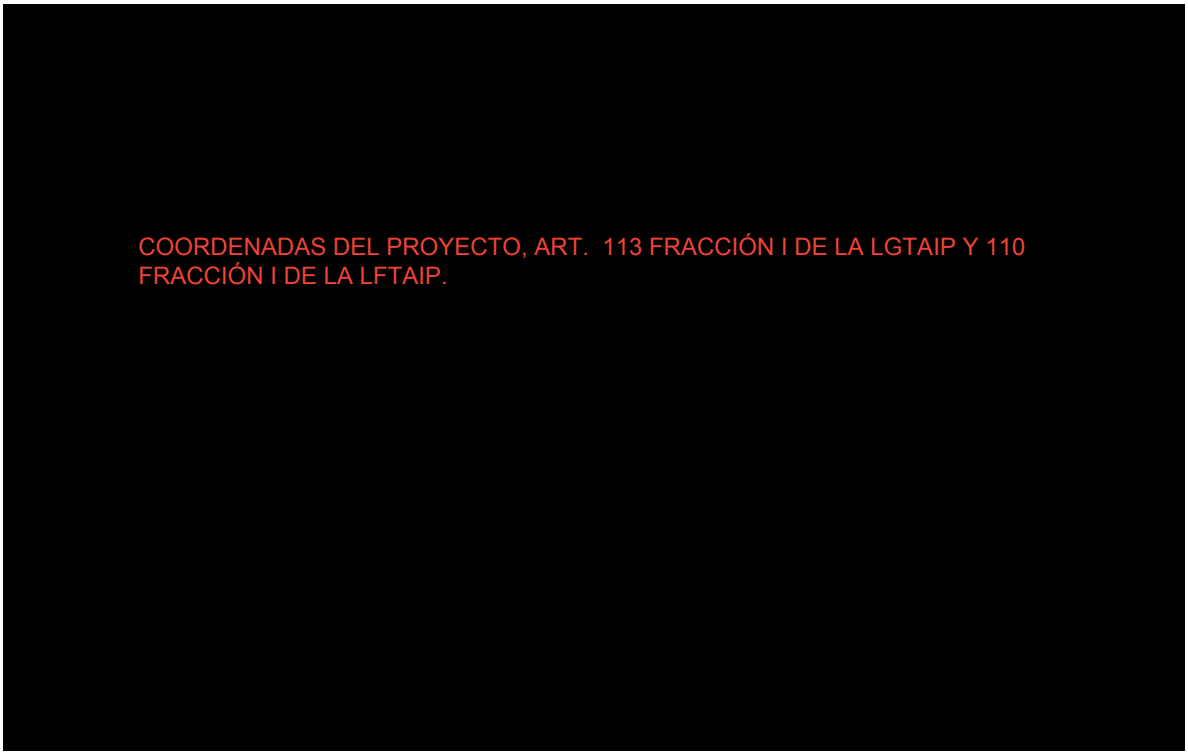
Como se indicó previamente, el municipio con la mayor demografía es Nuevo Casas Grandes, el cual representa el 1.8% de la población estatal; en términos generales el número de habitantes masculinos es mayor que la población femenina; excepto en Buenaventura, Galeana, Nuevo Casas Grandes (Chihuahua), Bacerac y Santa Ana (Sonora).

Figura IV.80. Demografía municipal y composición de sexo.



De los 16 municipios, el porcentaje de la población que habla alguna lengua indígena oscila entre el 0.04 y el 6.67%; el primer valor corresponde al municipio de Cumpas (Sonora) y el segundo a Galeana (Chihuahua). En el estado de Chihuahua, la lengua indígena más hablada es el Tarahumara (Tabla IV.122) y los pueblos indígenas con mayor presencia en la entidad son los guarijíos, pimas tarahumaras y tepehuanos del norte; quienes se concentran hacia el sur del estado, no encontrándose dentro del SAR, AI o AP (Figura IV.81).

Figura IV.81. Distribución geográfica de los pueblos indígenas con mayor presencia



Mientras que, en Sonora, la lengua más hablada es el mayo (Tabla IV.122) y los pueblos indígenas con mayor presencia en la entidad son los cucapás, guiarijíos, mayos, pápagos, pimas, seris y yaquis, concentrados en la parte sur del estado, no encontrándose dentro del SAR, AI y AP (Figura IV.82).

Tabla IV.122. Lenguas indígenas más frecuentes.

Entidad	Municipio	Población que habla lengua indígena (%)	Lenguas indígenas más frecuentes
Chihuahua	Guadalupe	0.07	Chinanteco, Tarahumara
	Ahumada	0.58	Tarahumara, Mixteco
	Buenaventura	4.11	Mixteco, Tarahumara
	Galeana	6.67	Mixteco, Tarahumara
	Nuevo Casas Grandes	0.97	Mixteco, Tarahumara
	Casas Grandes	2.90	Mixteco, Tarahumara
Sonora	Bacerac	0.09	Kickapoo
	Huachinera	0.44	Mayo, Yaqui
	Villa Hidalgo	0.21	Yaqui, Mixteco
	Cumpas	0.04	Mayo, Mixteco
	Huásabas	0.12	Pima
	Arizpe	0.11	Tarahumara, Chinanteco
	Cucurpe	0.12	Totonaco
	Santa Ana	0.10	Yaqui, Mayo
	Trincheras	0.08	Mayo
	Pitiquito	3.58	Seri, Mayo

Figura IV.82 Distribución geográfica de los pueblos indígenas con mayor presencia.

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

Las causas más comunes de la migración son: por trabajo, familiar, estudios, inseguridad y otras causas. El municipio con mayor porcentaje de migrantes es Huásabas (16.7%); caso contrario, el municipio con la menor tasa migratoria es Cumpas (2.9%), siendo la causa más común el tema familiar (Figura IV.83 y Figura IV.84).

Figura IV.83. Migración por municipio.

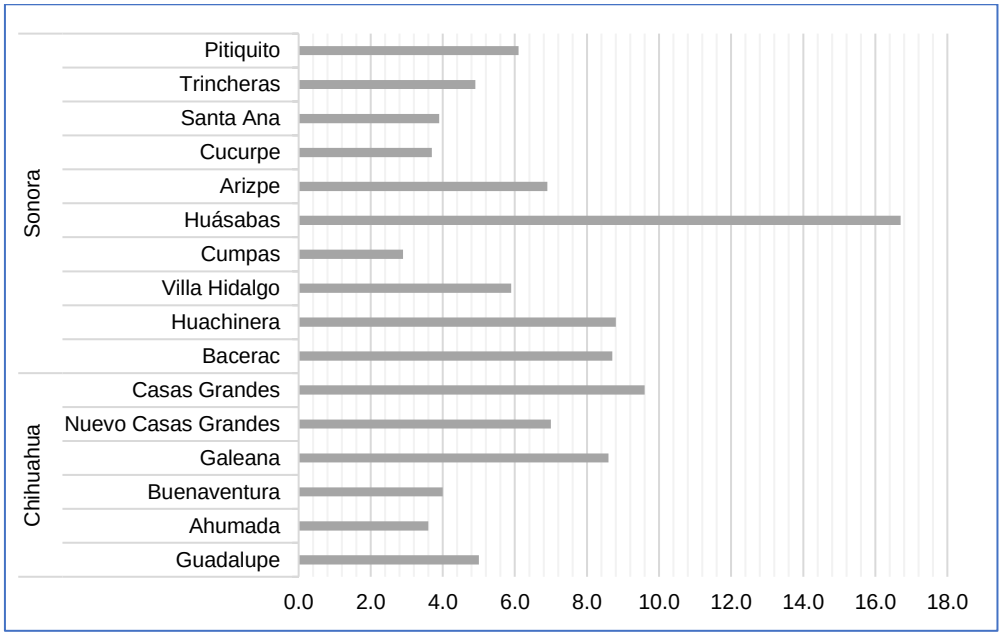
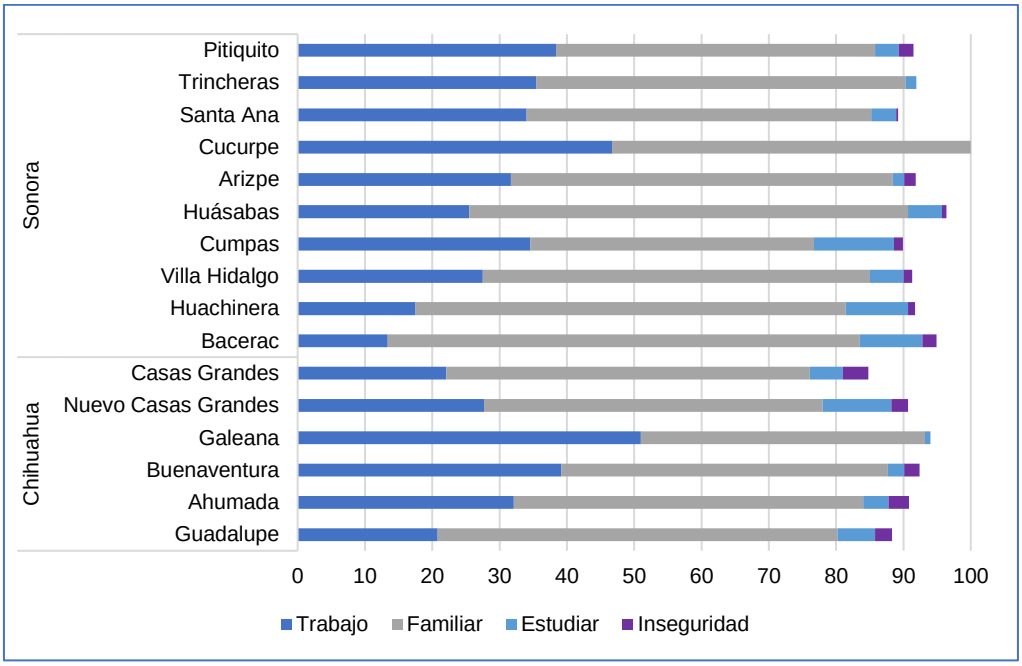


Figura IV.84. Principales causas de migración.



Los valores registrados de migración generalmente se encuentran relacionados con el grado de marginación, el cual es de bajo a muy bajo en ambas entidades, esto es que la mayoría de los casos migrantes con seguridad deben coincidir con la mayor causa de emigración para México que corresponde a la búsqueda de trabajo en otros lugares[26].

En este contexto, se prevé que la construcción del **Proyecto** represente una fuente de empleo alternativa que si bien será temporal, podrá contribuir a disminuir el índice de emigración dentro de los municipios donde se desarrollará, a través de la retención poblacional por al menos el tiempo estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción (tiempo especificado en el capítulo II de este estudio).

En el 2020, el producto interno bruto (PIB) estatal en Chihuahua alcanzó 786,176 millones de pesos, contribuyendo en ese año con aproximadamente 3.6% al PIB Nacional; en el caso de Sonora, el valor fue de 784,273 millones de pesos, que representa el 3.6% al PIB Nacional; en ese mismo año, el PIB *per cápita* (PPC), que es un indicador que relaciona el tamaño de la economía con el de la población, fue de 141,532 pesos en el estado de Chihuahua y de 179,296 pesos en el estado de Sonora (Observatorio Económico México, 2020).

El sector económico más importante en contribuir al PIB estatal es el de las actividades terciarias, mientras que las actividades económicas primarias como la agricultura, la ganadería, el aprovechamiento forestal, la pesca y caza representan menos del 3.7% para Sonora y de 3.2% en Chihuahua (Observatorio Económico México, 2020) (Tabla IV.123).

[26] El 67.7% de las causas de emigración en México corresponden a "buscar trabajo o trabajar", de acuerdo con la encuesta nacional de dinámica demográfica 2018 (INEGI, 2018).

Tabla IV.123 Contribución de las actividades económicas al PIB estatal

Contexto (2018)	Contribución al PIB por tipo de actividades (%)		
	Primarias	Secundarias	Terciarias
Nacional	3.6	32.8	63.7
Estatal (Chihuahua)	3.2	8.3	5.4
Estatal (Sonora)	3.7	11.0	0.8

Ahora bien, al considerar la Población Económicamente Activa (PEA), el municipio con el mayor porcentaje es Ahumada con 63.1%, seguido de Nuevo Casas Grandes con 60.2% y Pitiquito con 59.9%; caso contrario, el municipio con el menor valor es Villa Hidalgo con 44.5%, Huásabas con 47.4% y Bacerac con 48.2%. En el caso de la Población No Económicamente Activa (PNEA), los valores más altos corresponden a los valores más bajos del PEA (Villa Hidalgo, Huásabas y Bacerac) (Tabla IV.124).

Tabla IV.124. Población Económicamente Activa (PEA) y No Activa (PNEA).

	Municipio	PEA (%)			PNEA (%)						
		Total	Mujeres	Hombres	Total	Est.	Hogar	P/J	LFoM	OANE	NE
Chihuahua	Guadalupe	51.3	34.9	65.1	48.2	32.7	42.6	5.8	2.2	16.7	0.5
	Ahumada	63.1	37.3	62.7	36.8	30.0	50.8	6.1	2.9	10.2	0.1
	Buenaventura	58.7	34.2	65.8	41.1	28.6	50.6	6.5	4.1	10.4	0.2
	Galeana	54.9	27.8	72.2	44.6	27.9	59.3	1.9	3.5	7.4	0.5
	Nuevo Casas Grandes	60.2	40.6	59.4	39.6	35.3	41.0	12.2	4.0	7.5	0.2
	Casas Grandes	55.3	32.0	68.0	44.4	29.6	48.6	9.8	6.2	5.8	0.4
Sonora	Bacerac	48.2	25.8	74.2	51.6	28.0	48.3	1.8	6.7	15.3	0.2
	Huachinera	48.8	23.8	76.2	50.9	27.6	50.5	0.8	5.2	15.9	0.3
	Villa Hidalgo	44.5	19.2	80.8	55.3	24.1	50.5	10.4	3.8	11.1	0.3
	Cumpas	53.8	32.7	67.3	45.9	31.2	48.6	9.7	4.2	6.4	0.4
	Huásabas	47.4	27.3	72.7	51.9	29.3	46.5	5.8	6.1	12.4	0.7
	Arizpe	49.0	24.4	75.6	50.6	20.1	49.2	7.3	7.2	16.3	0.4
	Cucurpe	50.1	18.8	81.3	48.9	25.9	54.6	3.3	3.6	12.5	1.0
	Santa Ana	55.4	37.4	62.6	44.5	32.1	41.7	8.5	2.7	14.9	0.1
	Trincheras	49.9	20.4	79.6	50.1	22.8	59.5	3.1	0.9	13.7	0.0

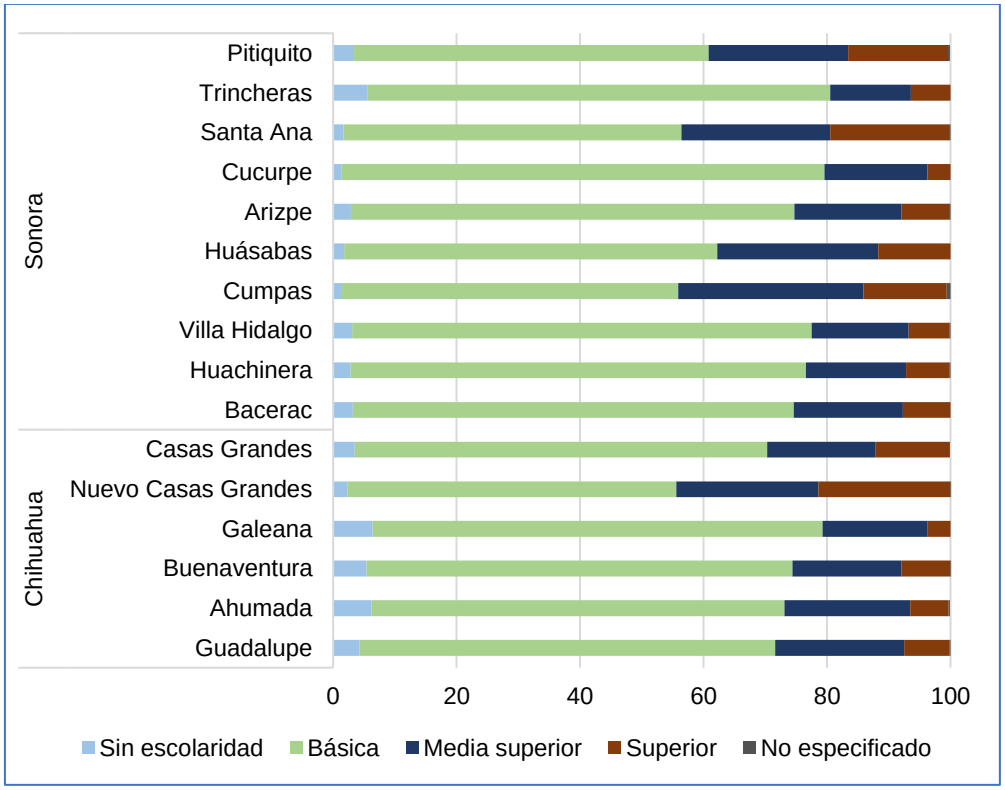
Municipio	PEA (%)			PNEA (%)						
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Est.	Hogar	P/J	LFoM	OANE	NE
Pitiquito	59.9	35.6	64.4	39.5	30.8	46.5	13.1	3.0	6.5	0.6

Est.: Estudiantes; P/J: Pensionadas o Jubiladas; LFoM: Limitación física o mental; OANE: Otras actividades no económicas; NE: No especificado.

Dentro de los beneficios socioeconómicos derivados de la construcción del **Proyecto**, está la derrama económica que generará éste por el consumo de alimentos y obtención de servicios básicos dentro de las áreas inmediatas al DDV, favoreciendo los sectores económicos menos activos en cada municipio. Cabe mencionar que, si bien el **Proyecto** no causará desequilibrios ecológicos, tampoco interferirá con las fuentes de origen ecológico que provean a los pobladores de recursos económicos.

Finalmente, en lo que respecta a las características educativas, la población sin educación oscila entre 1.3 y 6.4%, el primer valor corresponde a Cucurpe (Sonora) y el segundo a Galeana (Chihuahua). En los 16 municipios el mayor porcentaje de la población cuenta con educación básica, entre el 13.1% (Trincheras) y el 30.0% (Cumpas) cuentan educación media superior y entre el 3.7% (Cucurpe) y el 21.4% (Nuevo Casas Grandes) cuentan con educación superior (Figura IV.85). la tasa de alfabetización es superior al 90% y solo en Cucurpe llega al 100% en personas entre 15 a 24 años.

Figura IV.85. Características educativas (%).



IV.2.4.3. Capacidad de carga

De acuerdo con la SEMARNAT (2018), la capacidad de carga es la medida que posee un componente ambiental (agua, aire, suelo, flora o fauna) para depurar, dispersar, absorber o soportar vertidos, emisiones o residuos sin afectar su calidad, estructura o función. O bien, en términos del conjunto de ellos se refiere a la función de soporte que tiene el territorio y los ecosistemas que lo forman para las actividades humanas en términos de vocación y compatibilidad; mientras que, la integridad funcional es el conjunto de mecanismos que permiten el mantenimiento del equilibrio ecológico y la permanencia del ecosistema, entendiendo como mecanismos los sucesos intermedios entre causa y efecto.

Por otro lado, la SEMARNAT (2022) también señala que la capacidad de carga de un ecosistema, está definida por uno o más de los siguientes parámetros: la tasa de renovación de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación que se acerca al límite de renovación natural de una determinada cubierta forestal, la disminución de las áreas de captación hídrica, el tamaño efectivo de una población de especies en estatus, etc.); la tasa de compatibilidad regional o de aceptación (por ejemplo, cuando se acerca al límite de los coeficientes de ocupación o de uso del suelo, de integración al paisaje o de los tipos de vegetación, etc.); la tasa de asimilación de contaminantes (por ejemplo, la cantidad de efluentes que puede autodepurar un río o un lago).

En este sentido, de acuerdo con las características físicas y biológicas del **SAR**, la capacidad de carga estará definida a través de la caracterización biótica y abiótica del presente capítulo con relación a los componentes ambiental que existen dentro del SAR. Su tasa de cambio dentro del SAR estará definido conforme a las características del Proyecto.

Los tipos de clima o sus factores de temperatura, precipitación, vientos, presión atmosférica o fenómenos hidrometeorológico no se verán alterados por el desarrollo del Proyecto, dado que no existen impactos ambientales adversos que originen tazas de cambio o modificaciones a nivel de clima regional o microclima, respecto a este último se señala que el Proyecto no es una obra que implique el sellamiento de suelo, en la mayor parte de la superficie del AP se conservará el suelo e incluso podrá presentar vegetación herbácea, en este sentido, las variables climáticas no se verán alteradas a nivel local. Por otro lado, el Proyecto ha sido desarrollado considerando estas variables climáticas de manera que no constituyan factores que puedan alterar o poner en riesgo su construcción y principalmente su operación.

Respecto a los factores geología, fisiografía y edafología, se señala que estos no se verán afectados por la implementación del Proyecto, excepto por el incremento de la erosión hídrica y eólica al realizar la remoción de la vegetación y el movimiento de tierras, sin embargo, en el capítulo VI se presentan las medidas acordes para la atención de este impacto.

Por otro lado, se señala que como parte del Proyecto se realizarán los estudios geotécnicos y geofísicos que deberán proporcionar todas las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo tales como su capacidad de carga, predicción de asentamientos, recomendaciones para los tipos de cientaciones y sus desplantes, la agresividad del suelo, propiedades dinámicas, período de vibración, perfil geofísico y espectro sísmico específico del sitio, para ser considerados en el diseño de las estructuras y sus cimentaciones y así se tengan instalaciones óptimas y seguras acorde a los

requerimientos normativos vigentes y aplicables para la construcción y funcionamiento de las estaciones de medición y de compresión; tal como

En cuanto a la hidrología superficial se señala que, todos los escurrimientos perennes con los cuales cruzará el trazo del **Proyecto** (17 cruces) así como los escurrimientos intermitentes de competencia federal (135 cruces con escurrimientos intermitentes), contarán con cruces especiales que permitirán evitar impactos por modificación de escorrentías. La información acerca de la ubicación y longitud de dichos cruces se presenta en el Capítulo II de esta **MIA-R**. En este sentido la red hidrográfica no se verá modificada por la realización del Proyecto, sin embargo, la calidad tanto del agua superficial como subterránea pudiera resultar afectada derivado de un incorrecto manejo de residuos generados durante el desarrollo del Proyecto, impacto que se analiza en el capítulo V de esta MIA-R y para el cual se establecieron las medidas pertinentes en el capítulo VI.

Por otro lado, el volumen de infiltración y escurrimiento actual se verá modificado por la remoción de la vegetación.

De acuerdo con las capacidades de carga analizadas en los párrafos anteriores en los componentes abióticos de acuerdo a la proporción de superficie no se afecta la integridad funcional de los ecosistemas presentes en el SAR, debido a,

- De acuerdo al clima no hay una afectación al microclima regional, en cuanto a la vulnerabilidad climática dentro de la trayectoria del Proyecto el SAR tiene 2 variables de vulnerabilidad climática (deslaves alta, media y baja e inundaciones media y baja), las cuales fueron consideradas para el desarrollo de la ingeniería básica y conceptual del Proyecto para desarrollar medidas de adaptabilidad y de reforzamiento al gasoducto y las estaciones de compresión CS1 a CS4 y la EMRyC Puerto Libertad.
- La geología, fisiografía y edafología no se verán afectados dado que sólo se modifica una pequeña proporción en el derecho de vía existente del Proyecto y las estaciones compresión CS1 a CS4 y la EMRyC Puerto Libertad dado que no se realizarán cortes o excavaciones de gran magnitud para la construcción de las áreas de ocupación permanente, en todo momento se respetará la fisiografía y geología de acuerdo a la ingeniería desarrolla para el Proyecto.
- La red hidrográfica no se verá modificada en el SAR debido a que dentro de la trayectoria del Proyecto se cuenta con obras tipo (perforación direccional o mapas tipo para tipos de cruzamiento) para garantizar que no se modifiquen las escorrentías naturales y conserven su cauce original, de esta forma el Proyecto garantiza que los escurrimientos perennes como intermitentes continúen conforme a su estatus actual en cantidad y volumen que actualmente tienen de manera natural. Las pequeñas afectaciones que pudieran sufrir los escurrimientos de agua perennes e intermitentes son temporales, puntuales y reversibles una vez concluida la etapa de construcción del gasoducto.
- Respecto a la hidrología subterránea, el Proyecto no hace uso de agua del acuífero subterráneo ni aguas superficiales motivo por el cual se conserva la capacidad de carga actual del acuífero al no incrementar ningún déficit en su consumo.
- Con relación a la calidad y cantidad del agua, suelo y vegetación, se señala que no se verán afectados debido a que el Proyecto cuenta con programas y acciones de prevención, mitigación y compensación (acciones de manejo integral de residuos, compensación de

especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de 3 a 1 y regeneración natural de las áreas temporales del derecho de vía existente para mantener la capacidad de infiltración) que garantizan que no se afecta este recurso por el desarrollo del Proyecto en todas sus etapas.

- Aún y cuando se incremente la erosión por la remoción de la vegetación por el desarrollo del Proyecto, lo que representa el 0.23% de incremento en el SAR, cabe señalar que para este factor ambiental no existe una capacidad de carga numérica dado que esta se va modificando de conformidad a los cambios de uso de suelo en terrenos forestales y no forestales por la pérdida de vegetación a nivel de SAR, en este sentido el Proyecto también cuenta con medidas de prevención, mitigación y compensación, para recobrar la pérdida de suelo durante la vida útil del Proyecto (compensación de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de 3 a 1, regeneración natural de las áreas temporales del derecho de vía existente y obras de control de erosión), en este sentido, la afectación a este factor ambiental es temporal, puntual y reversible con dichas medidas antes mencionadas.
- Respecto a la diversidad florística, los valores de importancia obtenidos muestran que la mayoría de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las endémicas se encuentran bien representadas en los mismos tipos de vegetación en el AI y en el SAR, con índices similares y en muchos casos incluso inferiores en el AP.
- En cuanto a fauna, de acuerdo con la caracterización se observa que el SAR es el sitio más diverso y con mayor abundancia, seguido por el AI y, finalmente, por el AP. Esto indica que el SAR y AI albergan ecosistemas mejor conservados que los que se encuentran en el AP. El grupo con mayor riqueza registrada fue el de las aves; mientras que, el grupo más abundante fue el de los mamíferos (debido a los registros de quirópteros). El grupo con menor abundancia y riqueza fue el de los anfibios. Esto puede deberse a la etología de los organismos, considerando que las aves tienen una mayor movilidad y son más fáciles de detectar; caso contrario, muchas especies de los otros grupos taxonómicos son más difíciles de observar, considerando, además que la mayoría suele huir ante la presencia humana.

IV.2.5. Diagnóstico ambiental

Este apartado tiene como objetivo analizar la información recabada para cada uno de los factores ambientales bióticos, abióticos y socioeconómicos presentes en el **SAR, AI** y **AP,** mismos que fueron descritos a lo largo del presente capítulo; para lo cual en primer lugar se definieron los indicadores de calidad ambiental a emplear para posteriormente realizar una síntesis del inventario y con esta información formular un diagnóstico del área de estudio en su situación actual.

IV.2.5.1. Indicadores de calidad ambiental

En la siguiente tabla se describen los indicadores de calidad ambiental, varios de los cuales fueron tomados de diferentes fuentes bibliográficas oficiales tales como INEGI, CONABIO, CONAPO, CONAGUA, INECC y artículos científicos; mientras que de aquellos factores ambientales sin indicadores disponibles en la región, tales como aire y confort sonoro, se establecieron los que se indican con fines descriptivos.

Tabla IV.125. Indicadores de calidad ambiental.

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
Abiótico	Clima	Índice de vulnerabilidad al cambio climático (INECC, 2022)	Indicador que mide el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos. El Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC), contiene 6 clases de vulnerabilidad[27], de las cuales se seleccionaron 2 para la descripción del área de estudio: vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones y a deslaves actual.	Índice de vulnerabilidad a inundaciones Baja: 0 a 0.41 Media: 0.42 a 0.82 Alta: 0.83 a 1.23 Muy alta: 1.24 a 1.64
				Índice de vulnerabilidad a deslaves Baja: 0 a 0.44 Media: 0.45 a 0.88 Alta: 0.87 a 1.31 Muy alta: 1.32 a 1.77
	Suelos	Clase de erosión hídrica	El grado de desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción del agua y que son acelerados por la acción del hombre.	Baja <50 ton/ha/año
				Media 50-100 ton/ha/año
				Considerable 100-150 ton/ha/año
				Alta 150-200 ton/ha/año

[27] Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones, vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves, vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue, vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones, vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a estrés hídrico y vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico.

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
				Muy alta 200-250 ton/ha/año
				Extrema >250 ton/ha/año
		Clase de erosión eólica	El grado de desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción del viento y que son acelerados por la acción del hombre.	Sin erosión <12 ton/ha/año
				Ligera 12-50 ton/ha/año
				Moderada 50-100 ton/ha/año
				Alta 100-200 ton/ha/año
				Muy alta >200 ton/ha/año
	Hidrología	Indicadores de calidad del agua superficial y subterránea a nivel nacional (CONAGUA, 2020) Semáforo el cual considera 3 colores, verde, amarillo y rojo, y se obtiene integrando los resultados de los indicadores.	Agua superficial Indicadores: demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes Fecales (CF), Escherichia coli, (E_COLI), Enterococos (ENTEROC), Porcentaje de Saturación de Oxigeno (OD%) y Toxicidad (TOX).	Verde Cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 8 parámetros analizados.
				Amarillo Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: E_COLI, CF, SST y OD%
				Rojo Incumple con uno o varios de los

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
				siguientes parámetros: DBO5, DQO, TOX y ENTEROC
			Agua subterránea Indicadores: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total, Plomo Total, Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total	Verde Cumple con los límites aceptables de calidad del agua para los 14 parámetros analizados.
				Amarillo Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Alcalinidad, Conductividad, Dureza, Sólidos Disueltos Totales, Manganeso Total y Hierro Total
				Rojo Incumple con uno o varios de los siguientes parámetros: Fluoruros, Coliformes Fecales, Nitrógeno de Nitratos, Arsénico Total, Cadmio Total, Cromo Total, Mercurio Total y Plomo Total
		Disponibilidad media anual (DMA)	Es el volumen medio anual de agua subterránea que, cuando es positivo, puede ser extraído de un acuífero para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas. Cuando este valor es negativo indica un déficit.	Disponibilidad
				Déficit
	Aire	Calidad del aire	Fuentes emisoras de gases de combustión, cercanía con las principales carreteras estatales y federales.	Se describe la condición a nivel de SAR, AI y AP mediante la presencia de fuentes antropogénicas generadoras de emisiones o ruido; principalmente fuentes móviles y de área.
		Confort sonoro	Fuentes emisoras de ruido, cercanía con las principales carreteras estatales y federales.	

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
Biótico	Biodiversidad (flora y fauna)	Índices de diversidad de Shannon (Margaleft, 1972 y Moreno, 2001)	Índice Shannon: uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, el índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.	Diversidad alta: H' > 3
				Diversidad alta: H' entre 2 y 3
				Diversidad alta: H' < 2
		Presencia de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	Especies presentes en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última actualización 2019.	E: probablemente extinta en el medio silvestre. P: en peligro de extinción. A: amenazada. Pr: sujeta a protección especial.
	Hábitat	Corredores biológicos	Los corredores son áreas, generalmente alargadas, que conectan dos o más regiones. Pueden ser franjas estrechas de vegetación, bosques ribereños, túneles por debajo de carreteras, plantaciones, vegetación remanente o grandes extensiones de bosques naturales. El requisito indispensable es que mantengan la conectividad entre los extremos para evitar el aislamiento de las poblaciones.	Las áreas de mayor valor son aquellas que se ubican dentro de corredores biológicos.
Perceptual	Paisaje	Calidad paisajística (Escribano *et al*., 1991, MOPT, 1993 y Muñoz-Pedreros, 2004)	Se refiere a las características del paisaje que presentan valores de estética, singularidad y naturalidad, incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico.	Alta
				Media
				Baja
		CAV / Fragilidad (Escribano *et al*., 1991)	Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan, a mayor CAV menor fragilidad y viceversa.	Alta
				Media
				Baja
Socioeconómico	Condiciones de vida de la población	Grado de marginación (CONAPO, 2020)	Es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta	Muy alto
				Alto

Medio	Factor	Indicador de calidad	Descripción del indicador	Valor
			de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.	Medio
				Bajo
				Muy bajo

IV.2.5.2. Síntesis del inventario y calidad ambiental

De acuerdo con la información presentada a lo largo de este capítulo, así como con los indicadores de calidad ambiental descritos en la tabla anterior, en seguida se presenta la síntesis del inventario, el cual resume las condiciones actuales del **SAR, AI** y **AP**.

Tabla IV.126. Síntesis del inventario ambiental y su calidad actual en el SAR, AI y AP.

Factor ambiental	Indicador	SAR		AI		AP	
		Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
Clima	Vulnerabilidad a inundaciones	Media vulnerabilidad Chihuahua: Buenaventura y Galeana. Sonora: Trincheras, Hermosillo, Santa Ana, Benjamín Hill y Opodepe.	5 a 9 y 20 a 26	Media vulnerabilidad Chihuahua: Buenaventura y Galeana. Sonora: Trincheras, y Santa Ana.	6 a 9 y 20 a 24	Media vulnerabilidad Chihuahua: Buenaventura y Galeana. Sonora: Trincheras, y Santa Ana.	6 a 8 y 20 a 24
		Baja vulnerabilidad Chihuahua: Nuevo Casas Grandes, Ahumada, Ignacio Zaragoza, Guadalupe y Madera. Sonora: Caborca, Magdalena y Pitiquito	1 a 9, 11, 20, 21, 24 a 27	Baja vulnerabilidad Chihuahua: Nuevo Casas Grandes, Ahumada y Guadalupe. Sonora: Pitiquito	1 a 6, 8, 9, 24 a 27	Baja vulnerabilidad Chihuahua: Nuevo Casas Grandes, Ahumada y Guadalupe. Sonora: Pitiquito	1 a 6, 8, 9, 24 a 27

Factor ambiental	Indicador	SAR		AI		AP	
		Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
		No evaluados Chihuahua: Casas Grandes y Janos. Sonora: Arizpe, Bacadéhuachi, Bacerac, Cucurpe, Cumpas, Huásabas, Huachinera, Nacozari de García y Villa Hidalgo.	9 a 20	No evaluados Chihuahua: Casas Grandes. Sonora: Arizpe, Bacerac, Cucurpe, Cumpas, Huásabas, Huachinera y Villa Hidalgo.	9 a 20	No evaluados Chihuahua: Casas Grandes. Sonora: Arizpe, Bacerac, Cucurpe, Cumpas, Huásabas, Huachinera y Villa Hidalgo.	9 a 20
	Vulnerabilidad a deslaves	Alta vulnerabilidad Sonora: Huachinera, Villa Hidalgo, Cumpas, Cucurpe, Opodepe y Benjamín Hill.	12 a 17 y 19 a 23	Alta vulnerabilidad Sonora: Huachinera, Villa Hidalgo, Cumpas y Cucurpe.	12 a 17 y 19 a 20	Alta vulnerabilidad Sonora: Huachinera, Villa Hidalgo, Cumpas y Cucurpe.	12 a 17 y 19 a 20
		Media vulnerabilidad Chihuahua: Guadalupe, Buenaventura, Galeana, Ignacio Zaragoza y Madera. Sonora: Bacadéhuachi, Huásabas, Magdalena, Santa Ana, Trincheras, Oquitoa y Hermosillo.	1, 2, 5, 6, 7 a 9, 11, 13 a 16, 20 a 26.	Media vulnerabilidad Chihuahua: Guadalupe, Buenaventura, Galeana. Sonora: Huásabas, Santa Ana, Trincheras y Hermosillo.	1, 2, 6, 7 a 9, 15, 20 a 26.	Media vulnerabilidad Chihuahua: Guadalupe, Buenaventura, Galeana. Sonora: Huásabas, Santa Ana, Trincheras y Hermosillo.	1, 2, 6, 7, 8, 15, 20 a 26.
		Baja vulnerabilidad Chihuahua: Ahumada y Janos. Sonora: Pitiquito.	1 a 7, 11 y 24 a 27.	Baja vulnerabilidad Chihuahua: Ahumada. Sonora: Pitiquito.	1 a 6 y 24 a 27.	Baja vulnerabilidad Chihuahua: Ahumada. Sonora: Pitiquito.	2 a 6 y 24 a 27.
		No evaluados Chihuahua: Casas Grandes	7 a 19, 23 y 25 a 27	No evaluados Chihuahua: Casas Grandes y Nuevo	8 a 12, 17 a 19	No evaluados Chihuahua: Casas Grandes y Nuevo Casas	8 a 12, 17 a 19

Factor ambiental	Indicador	SAR		AI		AP	
		Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
		y Nuevo Casas Grandes. Sonora: Bacerac, Nacozari de García, Arizpe, Tubutama y Caborca.		Casas Grandes. Sonora: Bacerac y Arizpe.		Grandes. Sonora: Bacerac y Arizpe.	
Aire	Calidad del aire	Las fuentes de emisiones de contaminantes atmosféricos y ruido más importantes presentes en todas las secciones son las carreteras y caminos de terracería, debido al tránsito vehicular, el cual genera emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles y suspensión de partículas sólidas; estas fuentes tienen menor incidencia en la sección 1, 2, 12, 15, 24, 25, y 26. Respecto a las fuentes de áreas tenemos la presencia de asentamientos humanos y áreas agrícolas, sin embargo, estas tienen muy baja incidencia en el área de estudio, de acuerdo con el USV observado ocupan apenas el 4.4% de la superficie del SAR, 2.7% del AI y 2.6% del AP, con presencia en todas las secciones, pero con menor incidencia en la sección 1, 12, 13 y 15. En cuanto a las fuentes fijas o puntuales, CENAPRED (2018) identifica la presencia de fuentes industriales que podrían estar afectando la calidad del aire de las secciones 21 y 27. Finalmente se señala que, los contaminantes generados por las fuentes mencionadas son disipados por la acción del viento el cual presenta velocidades de 3.6 a 5.7 m/s.					
	Confort sonoro						
Suelos	Clase de erosión hídrica	Erosión baja La tasa de erosión hídrica oscila entre 0.96 ton/ha/año (en la Sección 11) a 7.72 ton/ha/año (en la Sección 18).	1 a 27	Erosión baja La tasa de erosión hídrica oscila entre 0 (Secciones 7 y 23) a 6.35 ton/ha/año (Sección 5).	1 a 27	Erosión baja Las tasas de erosión obtenidas oscilan entre 0 (Secciones 5, 7 y 23) a 7.04 ton/ha/año (Sección 13).	1 a 27
	Clase de erosión eólica	Sin erosión La tasa de erosión eólica oscila entre 0.97 ton/ha/año (en la Sección 12) a 5.3 ton/ha/año (en la Sección 6);	1 a 27	Sin erosión La tasa de erosión eólica oscila entre 0.93 (Sección 12) a 3.72 ton/ha/año (Sección 22).	1 a 27	Sin erosión La tasa de erosión eólica oscila entre 1.12 (Sección 13) y 3.52 ton/ha/año (Sección 4).	1 a 27
Hidrología superficial	Indicadores de calidad del agua superficial	Los indicadores disponibles de calidad del agua señalan que los escurrimientos presentes en las secciones 9, 10, 11 y 18 presentan un semáforo verde, mientras que el escurrimiento presente en la sección 14 y 15 tiene un semáforo amarillo.					

Factor ambiental	Indicador		SAR		AI		AP	
			Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
			Los escurrimientos presentes en las secciones 8, 12, 13, 17, 18, 19 y 20 no cuentan con indicadores.					
Hidrología subterránea	Indicadores de calidad del agua subterránea		Semáforo verde 10 acuíferos presentes en el 39.22% de la superficie del SAR.	4 a 7 y 17 a 27	Semáforo verde 8 acuíferos presentes en el 33.95% de la superficie del AI.	4 a 6, 17 a 26	Semáforo verde 8 acuíferos presentes en el 33.60% de la superficie del AP.	4 a 6, 17 a 26
			Semáforo amarillo Un acuífero presente en el 4.07% de la superficie del SAR.	15 a 18	Semáforo amarillo Un acuífero presente en el 6.83% de la superficie del AI.	15 a 18	Semáforo amarillo Un acuífero presente en el 7.15% de la superficie del AP.	15 a 18
			Semáforo rojo 3 acuíferos presentes en el 10.36% de la superficie del SAR.	7 a 11, 22 y 23	Semáforo rojo 2 acuíferos presentes en el 12.78% de la superficie del AI.	7 a 11	Semáforo rojo 2 acuíferos presentes en el 13.15% de la superficie del AP.	7 a 11
			Sin indicadores 17 acuíferos presentes en el 46.35% de la superficie del SAR.	1 a 16, 21, 22 y 24 a 27	Sin indicadores 12 acuíferos presentes en el 46.44% de la superficie del AI.	1 a 4, 6, 7, 11 a 16, 21, 22, 25 a 27	Sin indicadores 12 acuíferos presentes en el 46.11% de la superficie del AP.	1 a 4, 6, 7, 11 a 16, 21, 22, 25 a 27
	Disponibilidad media anual (DMA)		Con disponibilidad 12 acuíferos presentes en el 36.26% de la superficie del SAR.	1, 9 a 27	Con disponibilidad 10 acuíferos presentes en el 46.37% de la superficie del AI.	1, 11 a 21 y 25 a 27	Con disponibilidad 10 acuíferos presentes en el 46.13% de la superficie del AP.	1, 11 a 21 y 25 a 27
			Sin disponibilidad 19 acuíferos presentes en el 63.74% de la superficie del SAR.	1 a 11, 17, 18 y 20 a 27	Sin disponibilidad 13 acuíferos presentes en el 53.63% de la superficie del AI.	1 a 11, 17, 18 y 21 a 26	Sin disponibilidad 13 acuíferos presentes en el 53.87% de la superficie del AP.	1 a 11, 17, 18 y 21 a 26
Flora	Índices de	BJ	Diversidad media	11 y 13	Diversidad media	13	Diversidad media	13

Factor ambiental	Indicador		SAR		AI		AP	
			Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
	diversidad de Shannon por tipo de vegetación		Ecorregión 03: H’ = 2.769 Ecorregión 04: H’ = 2.878		Ecorregión 03: H’ = 2.786 Ecorregión 04: H’ = 2.652		Ecorregión 03: H’ = 2.789 Ecorregión 04: H’ = 2.523	
		BP	Diversidad media Ecorregión 03: H’ = 2.725	11	No presente	-	No presente	-
		BPQ	Diversidad alta Ecorregión 03: H’ = 3.143	9 a 13	Diversidad alta Ecorregión 03: H’ = 3.201	10 a 13	Diversidad alta Ecorregión 03: H’ = 3.137	11 a 13
		BQ	Diversidad alta Ecorregión 02: 3.262 Ecorregión 03: 3.275 Ecorregión 04: 3.128	8 a 20	Diversidad alta Ecorregión 02: 3.242 Ecorregión 03: 3.279 Ecorregión 04: 3.009	9 a 20	Diversidad alta Ecorregión 02: 3.136 Ecorregión 03: 3.226 Ecorregión 04: 3.219	9 a 20
		BQP	Diversidad alta Ecorregión 03: H’ = 3.053	8 a 16	Diversidad alta Ecorregión 03: H’ =3.053	10, 11, 12, 16	Diversidad alta Ecorregión 03: H’ = 3.098	10 y 11
		MDM	Diversidad alta Ecorregión 01: H’ = 3.037 Ecorregión 03: H’ = 3.053 Ecorregión 05: H’ = 3.110	1 a 8, 13 y 20 a 27	Diversidad alta Ecorregión 05: H’ = 3.072	20 a 24	Diversidad baja Ecorregión 01: H’ = 0.454 Ecorregión 02: H’ = 0.117 Ecorregión 03: H’ = 0.547 Ecorregión 04: H’ =	1 a 9 y 13 a 24
			Diversidad media Ecorregión 02: H’ = 2.971	4 a 9 y 13 a 21	Diversidad media Ecorregión 03: H’ = 2.870 Ecorregión 04: H’ = 2.980	13 a 20		

Factor ambiental	Indicador		SAR		AI		AP	
			Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
			Ecorregión 04: H’ = 2.989		Diversidad baja Ecorregión 01: H’ = 0 Ecorregión 02: H’ = 1.101	1 a 9	0.533 Ecorregión 05: H’ = 0.554	
		MDR	Diversidad alta Ecorregión 01: H’ = 3.432	1 a 4	Diversidad alta Ecorregión 01: H’ = 3.409	1, 3 y 4	Diversidad alta Ecorregión 01: H’ = 3.373	1, 3 y 4
		MK	Diversidad baja Ecorregión 01: H’ = 1.669 Ecorregión 02: H’ = 1.937 Ecorregión 04: H’ = 1.929	5 a 9, 14 y 15	Diversidad baja Ecorregión 01: H’ = 1.949 Ecorregión 04: H’ = 1.764	5 y 14	Diversidad baja Ecorregión 01: H’ = 1.973 Ecorregión 04: H’ = 1.761	5 y 14
		MKX	Diversidad media Ecorregión 02: H’ = 2.675 Ecorregión 04: H’ = 2.607 Ecorregión 05: H’ = 2.644	3, 5, a 8, 16 a 27	Diversidad media Ecorregión 02: H’ = 2.647 Ecorregión 04: H’ = 2.753 Ecorregión 05: H’ = 2.669	8, 16 a 22 y 25 a 27	Diversidad media Ecorregión 02: H’ = 2.613 Ecorregión 04: H’ = 2.681 Ecorregión 05: H’ = 2.690	8, 16 a 22 y 25 a 27
		MSC	Diversidad alta Ecorregión 05: H’ = 3.575	19 a 27	Diversidad alta Ecorregión 04: H’ = 3.448 Ecorregión 05: H’ = 3.528	19, 20 y 23 a 27	Diversidad alta Ecorregión 04: H’ = 3.494 Ecorregión 05: H’ = 3.557	19, 20, 24 a 27
		MST	Diversidad alta	15, 18	No presente	-	No presente	-

Factor ambiental	Indicador		SAR		AI		AP	
			Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
			Ecorregión 04: H’ = 3.175					
		PH	Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.849 Ecorregión 02: H’ = 2.628	1 a 9	Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.752 Ecorregión 02: H’ = 2.641	2, 3, 4, 6, 7, 8	Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.675 Ecorregión 02: H’ = 2.566	2, 3, 4, 6, 7, 8
		PN	Diversidad alta Ecorregión 01: H’ = 3.110 Ecorregión 02: H’ = 3.305 Ecorregión 04: H’ = 3.120	2 a 10 y 12 a 20	Diversidad alta Ecorregión 01: H’ = 3.190 Ecorregión 02: H’ = 3.227 Ecorregión 04: H’ = 3.118	5, 6, 8, 9, 10, 12, 13 y 15 a 20	Diversidad alta Ecorregión 01: H’ = 3.129 Ecorregión 02: H’ = 3.154 Ecorregión 04: H’ = 3.079	5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 15 a 20
			Diversidad media Ecorregión 03: H’ = 2.749	8 a 10, 12 a 14			Diversidad media Ecorregión 03: H’ = 2.680	10, 12 y 13
		VD	Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.610	2 a 4	Diversidad media Ecorregión 05: H’ = 2.389	27	No presente	-
			Diversidad baja Ecorregión 05: H’ = 1.203	26 y 27				
		VG	Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.439 Ecorregión 02: H’ = 2.614 Ecorregión 04: H’ = 2.495	1, 2, 7, 8, 16 a 21 y 25	Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.493 Ecorregión 02: H’ = 2.711	7, 8, 16, 18, 19, 20	Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.509 Ecorregión 02: H’ = 2.590	7 y 21

Factor ambiental	Indicador		SAR		AI		AP	
			Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
			Ecorregión 05: H’ = 2.543		Ecorregión 04: H’ = 2.548		Ecorregión 05: H’ = 2.679	
		VH	Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.692 Ecorregión 05: H’ = 2.894	2, 4 a 9 y27	Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.244 Ecorregión 02: H’ = 2.742 Ecorregión 05: H’ = 2.456	5, 7, 8 y 27	Diversidad alta Ecorregión 05: H’ = 3.052	27
							Diversidad media Ecorregión 01: H’ = 2.794 Ecorregión 02: H’ = 2.731	5, 7 y 8
		VHH	Diversidad baja Ecorregión 05: H’ = 0.645	27	No presente	-	No presente	-
		VU	Diversidad media Ecorregión 05: H’ = 2.332	27	No presente	-	No presente	-
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010		Dasylirion acrotrichum Carnegiea gigantea Epithelantha micromeris Ferocactus cylindraceus Glandulicactus uncinatus Lophocereus schottii Olneya tesota	3, 4, 9, 10, 14, 15, 18, 20, 23, 24. 26 y 27	Dasylirion acrotrichum Ferocactus cylindraceus Lophocereus schottii Olneya tesota	8 a 11, 14, 19, 20, 24 a 27	Ferocactus cylindraceus Glandulicactus uncinatus Lophocereus schottii Olneya tesota	1 a 9, 13 a 27
Fauna	Índice de diversidad de	Aves	Diversidad alta H’ = 3.52	1 a 27	Diversidad alta H’ = 3.45	1 a 27	Diversidad alta H’ = 3.24	1 a 27

Factor ambiental	Indicador		SAR		AI		AP	
			Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
	Shannon	Mamíferos	Diversidad media H' = 2.39	1 a 27	Diversidad media H' = 2.35	1 a 27	Diversidad media H' = 2.08	1 a 27
		Herpetofauna	Diversidad media H' = 2.01	1 a 27	Diversidad baja H' = 1.98	1 a 27	Diversidad baja H' = 1.77	1 a 27
	Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010		*Masticophis flagellum* *Uta stansburiana* *Crotalus atrox* *Crotalus lepidus* *Crotalus pricei* *Buteo swainsoni* *Parabuteo unicinctus* *Falco mexicanus*	1 a 27	*Masticophis flagellum* *Uta stansburiana* *Crotalus atrox* *Crotalus lepidus* *Crotalus pricei* *Buteo swainsoni* *Parabuteo unicinctus*	1 a 27	*Masticophis flagellum* *Uta stansburiana* *Crotalus atrox* *Crotalus pricei* *Buteo swainsoni* *Parabuteo unicinctus*	1 a 27
	Corredores biológicos		6.23% de la superficie del SAR se encuentra ubicada en el Corredor Biológico "Gran Corredor de la Sierra Madre Occidental	9 a 13	13% de la superficie del AI se encuentra ubicada en el Corredor Biológico "Gran Corredor de la Sierra Madre Occidental	9 a 13	13.41% de la superficie del AP se encuentra ubicada en el Corredor Biológico "Gran Corredor de la Sierra Madre Occidental	9 a 13
Paisaje	Calidad		Alta En el 52.46% de la superficie ocupada por el SAR.	10, 11, 12, 13, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27.	Alta En el 39.12% de la superficie ocupada por el AI.	10, 11, 12, 13, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27.	Alta En el 38.9% de la superficie ocupada por el AP.	10, 11, 12, 13, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27.
			Media En el 47.54% de la	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15,	Media En el 60.88% de la	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15,	Media En el 61.10% de la	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15,

Factor ambiental	Indicador	SAR		AI		AP	
		Valor	Sección	Valor	Sección	Valor	Sección
		superficie ocupada por el SAR.	16, 17, 18, 19, 20.	superficie ocupada por el AI.	16, 17, 18, 19, 20.	superficie ocupada por el AP.	16, 17, 18, 19 y 20.
	CAV/Fragilidad	CAV alta y fragilidad baja En el 79.16% de la superficie ocupada por el SAR.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27.	CAV alta y fragilidad baja En el 61.08% de la superficie ocupada por el AI.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27.	CAV alta y fragilidad baja En el 61.29% de la superficie ocupada por el AP.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27.
		CAV baja y fragilidad alta En el 20.84% de la superficie ocupada por el SAR.	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19.	CAV baja y fragilidad alta En el 38.92% de la superficie ocupada por el AI.	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19.	CAV baja y fragilidad alta En el 38.71% de la superficie ocupada por el AI.	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19.
Factores socioeconómicos	Grado de marginación	Muy bajo 20 municipios	1 a 27	Muy bajo 11 municipios	1 a 22 y 24 a 27	Muy bajo 11 municipios	2 a 22 y 24 a 27
		Bajo 8 municipios	1, 2, 7 a 9, 11 a 14, 19 a 24	Bajo 5 municipios	1, 2, 7 a 9, 12, 20, 22 a 24	Bajo 5 municipios	1, 2, 7, 8, 12, 19, 20, 22 a 24

Diversidad de flora – fauna, calidad paisajística y fragilidad del paisaje alta.

IV.2.5.3. Descripción de la calidad ambiental

Como se observa en la tabla anterior, de acuerdo con los indicadores de calidad del área de estudio se observa que, el SAR, AI y AP se ubican en una zona de baja y media vulnerabilidad al cambio climático en el aspecto de inundaciones, mientras que respecto a deslaves se encuentra también en un rango de alta vulnerabilidad, donde las secciones que alcanzan este rango son de las 12 a la 17 y de la 19 a la 23, siendo estas las que presentan una mayor exposición (carácter, magnitud y velocidad de cambio y variación del clima que afecta a un sistema en condiciones actuales y con cambio climático.), sensibilidad (grado en que un sistema es afectado por el cambio y la variabilidad climática debido a las características que lo definen) y capacidad adaptativa (describe las capacidades institucionales con que se cuenta para disminuir los potenciales impactos de las amenazas relacionadas con el clima).

En cuanto a la calidad del aire, las fuentes de emisiones de contaminantes atmosféricos y ruido más importantes presentes en todas las secciones son las carreteras y caminos de terracería, debido al tránsito vehicular, el cual genera emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles y suspensión de partículas sólidas; estas fuentes tienen menor incidencia en la sección 1, 2, 12, 15, 24, 25, y 26. Respecto a las fuentes de áreas tenemos la presencia de asentamientos humanos y áreas agrícolas, sin embargo, estas tienen muy baja incidencia en el área de estudio, de acuerdo con el USV observado ocupan apenas el 4.4% de la superficie del SAR, 2.7% del AI y 2.6% del AP, con presencia en todas las secciones, pero con menor incidencia en la sección 1, 12, 13 y 15. En cuanto a las fuentes fijas o puntuales, CENAPRED (2018) identifica la presencia de fuentes industriales que podrían estar afectando la calidad del aire de las secciones 21 y 27. Finalmente se señala que, los contaminantes generados por las fuentes mencionadas son disipados por la acción del viento el cual presenta velocidades de 3.6 a 5.7 m/s.

De acuerdo con las estimaciones de erosión hídrica y eólica se obtuvo que en todas las secciones se tiene una clase de erosión hídrica baja con índices menores a 7.72 ton/ha/año; así como erosión eólica clasificada como sin erosión con índices menores a 5.3 ton/ha/año. Las secciones que presentan las mayores tasas de erosión tanto hídrica como eólica son la 4, 5, 6, 13, 18 y 22.

En cuanto a la hidrología superficial se observa que la presencia de escurrimientos superficiales perennes es baja en el SAR, sin embargo, aquellos que se encuentran presentes se concentran en la zona centro del área de estudio, en la sección 11 principalmente, cuya calidad se encuentra clasificada como semáforo verde, es decir, cumple con todos los indicadores analizados.

Por otro lado, la hidrología subterránea se caracterizó conforme a los acuíferos sobre los cuales tienen presencia el SAR, AI y AP, donde se observa que la mayor superficie se ubica sobre acuíferos sin disponibilidad de agua, así mismo se observa que de los acuíferos con sitios de monitoreo de la calidad, la mayor superficie sobre la que se ubican el SAR, AI y AP presentan un semáforo verde, es decir, cumplen con todos los indicadores analizados.

En cuanto a vegetación, los ecosistemas que presentan una alta diversidad son BPQ, BQ, BQP, MDR, MSC y PN, tanto en el SAR, como en el AI y AP; así como MDM en el SAR y AI, MST en el SAR y VH en el AP; los cuales se encuentran presentes en distribución variable en todas las ecorregiones y secciones.

Por el contrario, los tipos de vegetación que resguardan la menor diversidad son MK y VHH, la primera presente tanto en el SAR como en el AI y AP, y la última presente sólo en el SAR; estos tipos de vegetación se encuentran presentes en la Ecorregión 02, 04 y 05, secciones 5 a 9, 14, 15 y 27.

De forma general se obtuvo que tanto por ecorregión como por tipo de vegetación y estrato el AP presenta una riqueza, índice de Shannon e índice de Pielou muy similar a los obtenidos para el AI y el SAR y en la mayoría de los casos inferior, lo cual sugiere que la diversidad presente en el AP se encuentra representada en las demás zonas.

De las especies registradas se localizaron 7 listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 3 se encuentran en la categoría de amenazada (*Carnegiea gigantea*, *Dasylirion acrotrichum* y *Glandulicactus uncinatus*) y 4 sujetas a protección especial (*Epithelantha micromeris, Ferocactus cylindraceus, Lophocereus schottii* y *Olneya tesota*); de estas especies, 4 se registraron en el AP: *Ferocactus cylindraceus, Glandulicactus uncinatus, Lophocereus schottii* y *Olneya tesota*.

Respecto a su distribución, se registraron 24 especies endémicas a México, de las cuales las siguientes 19 especies se registraron en el AP: *Adenophyllum cancellatum, Agave palmeri, Atriplex barclayana, Brickellia spinulosa, , Bursera laxiflora, Ceanothus buxifolius, Eragrostis obtusiflora, Fouquieria columnaris, Havardia mexicana, Jatropha cordata, Mammillaria sheldonii, Pachycereus pringlei, Packera candidissima, Pinus leiophylla, Quercus macvaughii, Quercus sideroxyla, Sideroxylon occidentale, Viscainoa geniculata* y *Yucca madrensis.*

Por otro lado, cabe señalar que se registraron 11 especies exóticas, de las cuales 1 es además invasora, especies indicadoras de cierto grado de perturbación para la zona en la cual fueron registradas; todas presentes en el SAR y la mayoría presentes en el AI y AP.

Los valores de importancia obtenidos muestran que la mayoría de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las endémicas se encuentran bien representadas en los mismos tipos de vegetación en el AI y en el SAR, con índices similares y en muchos casos incluso inferiores en el AP. Por ecorregión, se obtuvo que la Ecorregión 05, específicamente la vegetación de matorral sarcocaule es la que presenta el mayor número de especies protegidas; así mismo se observa que en la mayoría de las especies presentes en el AP se encuentran bien representadas en el AI y en el SAR, la excepción es *Ferocactus cylindraceus* presente en vegetación halófila xerófila de la Ecorregión 01 y esta misma especie en matorral sarcocaule de la Ecorregión 04, no obstante, es una especie que se encuentra bien representada en el AI o en el SAR de las Ecorregiones 02, 03, 04 y 05 en vegetación halófila hidrófila, matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaule, además de que para todas estas especies serán incluidas en el programa de rescate y reubicación de flora, mediante el cual se asegurará que las poblaciones que resulten removidas del AP persistan en los mismos tipos de vegetación y ecorregión en el AI o en el SAR. Así mismo, por ecorregión se obtuvo que casi la totalidad de las especies presentes en el AP se encuentran representadas en el AI y/o SAR con índices de valor de importancia similares, la excepción es la especie *Adenophyllum cancellatum* presente en el estrato herbáceo de pastizal natural de la Ecorregión 01, la cual no se registró en el mismo tipo y ecorregión en el AI o en el SAR, sin embargo, esta especie se encuentra presente en vegetación de matorral desértico rosetófilo en la misma ecorregión, por otro lado, de

CONABIO (2023), la considera una especie de común distribución en pastizales perturbados u orillas de caminos, por lo cual no se considera una especie sensible a la perturbación de su hábitat.

Finalmente, también es importante resaltar que de las especies con mayor valor de importancia obtenido por tipo de vegetación 3 son especies exóticas: *Cenchrus ciliaris*, la cual domina el estrato herbáceo de la vegetación de bosque de mezquite, mezquital xerófilo y vegetación de galería del AP, AI y SAR; *Conium maculatum*, la cual domina el estrato herbáceo en vegetación de galería del AI; y *Mesembryanthemum crystallinum*, la cual domina el estrato herbáceo de vegetación halófila xerófila del AP, y el estrato herbáceo de vegetación de dunas costeras del SAR; especies indicadoras de perturbación en estas zonas y tipos de vegetación.

En cuanto a fauna se observa que el SAR es el sitio más diverso y con mayor abundancia, seguido por el AI y, finalmente, por el AP, esto indica que el SAR y AI albergan ecosistemas mejor conservados que los que se encuentran en el AP. De forma específica se obtuvo que el grupo con mayor diversidad de Shannon y riqueza registrada fue el de las aves; mientras que, el grupo más abundante fue el de los mamíferos (debido a los registros de quirópteros). El grupo con menor abundancia y riqueza fue el de los anfibios. Esto puede deberse a la etología de los organismos, considerando que las aves tienen una mayor movilidad y son más fáciles de detectar; caso contrario, muchas especies de los otros grupos taxonómicos son más difíciles de observar, considerando, además que la mayoría suele huir ante la presencia humana.

De acuerdo con los listados obtenidos, ocho de las especies registradas se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres en la categoría de amenazadas (A) y cinco sujetas a protección especial (Pr). En los listados del libro rojo de la UICN, dos especies se encuentran en la categoría de casi amenazadas (NT) y las demás como preocupación menor (LC). En lo que respecta a la distribución, únicamente en el grupo de las aves se registró la presencia de especies con alguna restricción, siendo identificada a *Calocitta colliei* que es considerada como endémica, además se registraron tres especies catalogadas como semiendémicas y dos como cuasiendémicas.

Específicamente en el AP, de las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron cuatro especies de reptiles: dos en la categoría de amenazadas (A) y dos sujetas a protección especial (Pr); además de dos especies de aves sujetas a protección especial (Pr); las dos especies de aves que se encuentran en la categoría de casi amenazada (NT) de acuerdo con el libro rojo de la UICN fueron observadas en el AP. Asimismo, las especies de aves que se identificaron con alguna restricción en su distribución también fueron registradas en el AP. Cabe mencionar que, sobre todo el grupo de las aves, presentan una alta movilidad y la mayoría de ellas huyen ante la presencia humana, aunado a que no se prevé la colocación de estructuras que puedan ocasionar interacciones negativas con este grupo, se considera este grupo como el menos afectado por la implementación del Proyecto.

En el factor paisaje se obtuvo que, la calidad paisajística actual es alta en el 52.46% del SAR, 39.12% en el AI y 38.90% en el AP; la calidad es media en el 47.54% en el SAR, 60.88% en el AI y 61.10% en el AP. Las secciones en las cuales predomina una calidad paisajística alta son de la 10 a la 13 y de la 21 a la 27, en el resto de las secciones predomina la calidad media. La capacidad de absorción visual es alta y por lo tanto la fragilidad es baja en el 79.16% del SAR, 61.08% en el AI y 61.29% en

el AP. La capacidad de absorción visual es baja y por lo tanto la fragilidad es alta en el 20.84% del SAR, 38.92% del AI y 38.71% del AP. Las secciones que presentan una mayor capacidad de absorción visual, es decir una mayor capacidad para asimilar los cambios que ahí se produzcan y que por lo tanto poseen una fragilidad baja son de la 1 a la 9 y de la 20 a la 27, el resto de las secciones presentan una fragilidad alta.

En el aspecto social se obtuvo que todos los municipios en los cuales inciden el SAR, AI o AP presentan un grado de marginación bajo o muy bajo, indicador que sugiere que la mayor parte de la población presente en esos municipios tiene acceso a bienes, vivienda y servicios de educación y salud, lo cual les brinda mayores oportunidades, incidiendo en los niveles de bienestar y en la creación de capacidades, recursos y, por ende, en el desarrollo. Finalmente se señala que dentro del SAR no se registra presencia de pueblos indígenas.

IV.2.5.4. Identificación de áreas vulnerables

De acuerdo con la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Hidrocarburos modalidad Regional, las áreas vulnerables son aquellas áreas que por sus condiciones físicas y biológicas son más vulnerables a los efectos del cambio climático y a impactos ambientales ocasionados por actividades antropogénicas, tales como ecosistemas frágiles o de alta biodiversidad (todos los humedales continentales y costeros); tipos de vegetación amenazada (bosque mesófilo de montaña, matorral costero bajacaliforniano, bosque de galería, bosque de conífera, mezquital…); áreas de distribución de especies amenazadas con alto nivel de endemismo o en peligro de extinción; o bien, zonas en proceso de deterioro por sobreexplotación de recursos, que presenten aislamiento o fragmentación por cambios en el uso del suelo, sujetos a procesos erosivos, con presencia de tipos de vegetación de difícil regeneración, con cuerpos de agua que presenten tendencias a la eutrofización, etc.

Con base en el concepto anterior, así como en los indicadores ambientales descritos en apartados anteriores de este diagnóstico, se realizó la clasificación del nivel de vulnerabilidad que presentan el SAR, AI y AP, para ello se realizó la sobreposición de la cartografía presentada en este capítulo, principalmente de aquellos temas que de acuerdo con los indicadores ambientales revelan la vulnerabilidad del área de estudio, por presentar una alta vulnerabilidad al cambio climático, acuíferos con déficil de agua subterránea, alta diversidad de especies, ecosistemas con presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como presencia de corredores biológicos y una alta fragilidad paisajística. El resto de los indicadores se descartaron para este análisis dado que en el SAR, AI y AP no son factores determinantes de la calidad ambiental.

Posteriormente, se les asignó una valoración ponderada en una escala de 0 a 1 a los resultados obtenidos para estos indicadores ambientales, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.127. Indicadores ambientales considerados para determinar la vulnerabilidad del área de estudio.

Factor ambiental	Indicador	Valor cualitativo	Valor ponderado
Clima	Vulnerabilidad a deslaves	Alta	1

Factor ambiental	Indicador	Valor cualitativo	Valor ponderado
		Media	0.66
		Baja	0.33
		No evaluados	0
Hidrología subterránea	DMA	Sin disponibilidad	1
		Con disponibilidad	0.5
Flora	Diversidad de Shannon	Diversidad alta	1
		Diversidad media	0.66
		Diversidad baja	0.33
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Tipos de vegetación con especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	1
		Tipos de vegetación sin especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	0.5
Fauna	Corredores biológicos	Áreas ubicadas en corredores biológicos	1
		Áreas fuera de corredores biológicos	0.5
Paisaje	Fragilidad paisajística	Alta	1
		Media	0.66
		Baja	0.33

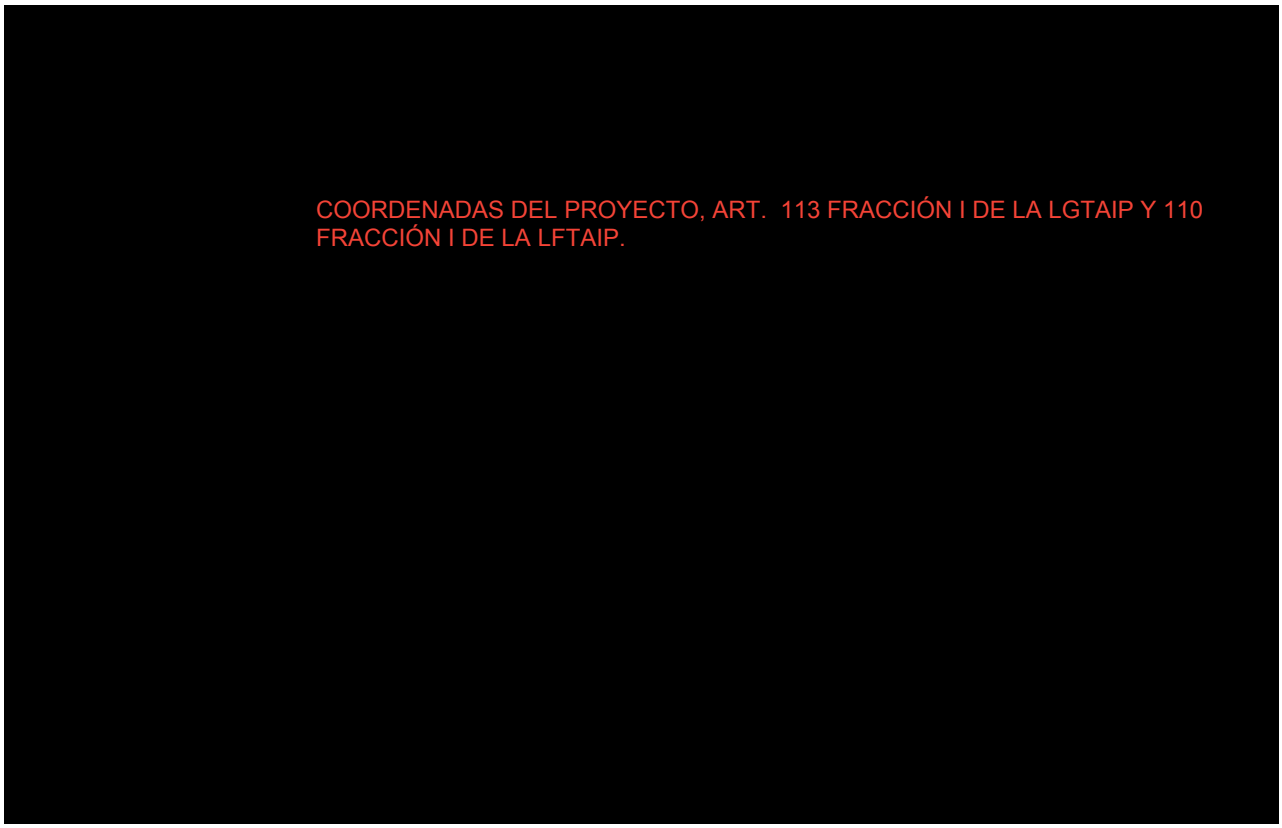
Conforme a la valoración ponderada, el mayor valor que puede obtener determinada área es 6 y el menor es 2.16, en este sentido se obtuvieron los siguientes índices de vulnerabilidad y se asignó la clase.

Tabla IV.128. Escala de vulnerabilidad.

Clase de vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad
Alta	4.72 - 6
Media	3.44 - 4.71
Baja	2.16 a 3.43

Posteriormente, con apoyo de sistemas de información geográfica se sobrepuso la información cartográfica de apoyo para los indicadores ambientales anteriores, tales como municipios con vulnerabilidad a deslaves, acuíferos, USV obtenido en campo, ecorregiones y corredores biológicos; en donde se le asignó la valoración ponderada y se obtuvo la sumatoria para otener la calse de vulnerabilidad; el resultado gráfico se presenta en la siguiente figura.

Figura IV.86. Vulnerabilidad del SAR, AI y AP.



Conforme a los resultados obtenidos la superficie y secciones en el SAR, AI y AP según su clase de vulnerabilidad se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.129. Superificie y secciones del SAR, AI y AP por clase de vulnerabilidad.

Clase de vulnerabilidad	SAR			AI			AP		
	Superficie (ha)	Porcentaje	Secciones	Superficie (ha)	Porcentaje	Secciones	Superficie (ha)	Porcentaje	Secciones
Alta	160,827.87	5.69%	8 a 17 y 19 a 23	11,024.91	8.45%	9 a 14, 19 y 20	167.52	8.15%	10 a 14, 19, 20
Media	2,189,712.95	77.53%	1 a 27	106,456.88	81.62%	1 a 27	1,693.30	82.43%	1 a 27
Baja	473,909.47	16.78%	1 a 12 y 15 a 27	12,948.36	9.93%	1 a 9, 11, 18, 20 a 27	193.52	9.42%	1 a 6, 8, 9, 11, 18, 20 a 23 y 25 a

Clase de vulnerabilidad	SAR			AI			AP		
	Superficie (ha)	Porcentaje	Secciones	Superficie (ha)	Porcentaje	Secciones	Superficie (ha)	Porcentaje	Secciones
									27
Total	**2,824,450.29**	**100.00%**	-	**130,430.16**	**100.00%**	-	**2,054.34**	**100.00%**	-

Como se observa en la tabla anterior, el 5.69% del SAR, 8.45% del AI y 8.15% del AP se encuentran en una zona con alta vulnerabilidad, clasificada así porque poseen una alta vulnerabilidad por deslaves, sobreexplotación de acuíferos (sin disponibilidad), alta diversidad de flora, tipos de vegetación con presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se ubican en un corredor biológico y poseen una alta fragilidad paisajística, siendo estas las áreas con mayor susceptibilidad de resultar afectadas por el Proyecto. Mientras que la mayor parte de la superficie en las 3 zonas posee una vulnerabilidad media.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

PROYECTO

"STGN SIERRA MADRE (FRONTERA-PUERTO LIBERTAD)"

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SAR

PROMOVENTE

TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA:

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)



Índice

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional 1

V.1. Metodología 2

V.1.1. Identificación de impactos 3

V.1.2. Caracterización y valoración de los impactos 4

V.2. Identificación de impactos 7

V.2.1. Actividades relevantes 7

V.2.2. Indicadores de los factores ambientales. 9

V.2.3. Identificación de las interacciones 11

V.2.4. Descripción de las interacciones 11

V.2.5. Identificación de los impactos ambientales 17

V.3. Caracterización y valoración de los impactos 23

V.3.1. Caracterización de los impactos por factor ambiental 125

V.4. Impactos acumulativos 159

V.4.1. Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del sistema ambiental 159

V.5. Impactos sinérgicos 214

V.6. Impactos residuales 216

V.7. Conclusiones. 218

Índice de figuras

Figura V.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales. 2

Índice de tablas

Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios. 5

Tabla V.2. Actividades del **Proyecto**. 8

Tabla V.3. Factores ambientales e indicadores. 9

Tabla V.4. Descripción de las interacciones en todas las etapas del Proyecto. 12

Tabla V.5. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el Proyecto (etapa: PSC: preparación del sitio y construcción, OM: operación y mantenimiento, CD: cierres y desmantelamiento). 18

Tabla V.6. Justificación de valoración de impactos. 24

Tabla V.7. Matriz de valoración de impactos (significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación). 42

Tabla V.8. Comparación del número de impactos según su valor de significancia sin medidas y con medidas. 124

Tabla V.9. Disminución de la infiltración en el área del Proyecto. 127

Tabla V.10. Vegetación forestal por afectar en el área del Proyecto. 134

Tabla V.11. Significancia de los impactos identificados para el factor paisaje (MMS=muy significativo, S=significativo, PS=poco significativo). 155

Tabla V.12. Valoración de la calidad actual y con proyecto sin medidas por ecorregión. 157

Tabla V.13. Valoración de la fragilidad y CAV actual y con proyecto sin medidas por ecorregión. 157

Tabla V.14. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en el SAR. 161

Tabla V.15. Impactos sinérgicos por sección del Proyecto. 215

Tabla V.16. Impactos residuales por sección del Proyecto. 217

Tabla V.17. Valor de significancia de los impactos identificados sin medidas. 220

Tabla V.18. Valor de significancia de los impactos identificados con medidas. 222

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El impacto ambiental constituye una modificación al medio. De acuerdo con Espinoza (2001), un impacto ambiental es una alteración provocada por las acciones humanas cuya trascendencia deriva de la vulnerabilidad territorial según el contexto y las características de cada proyecto. Técnicamente puede entenderse que un impacto ambiental no sólo es un cambio, sino que es una alteración de la línea base ambiental que modifica la calidad ambiental (Martín, 2002).

La evaluación de impacto ambiental (**EIA**) tiene como objetivo identificar, predecir, interpretar, prevenir, valorar y comunicar el impacto que la realización de un proyecto, planes, programas o acciones normativas acarreará sobre su entorno (Carter, 1998; Cotán-Pinto, 2007), es decir, sobre el medio ambiente. De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), en términos generales la **EIA** es un proceso de análisis, más o menos largo y complejo, encaminado a que los agentes implicados en los proyectos vinculados a ella formen un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre sus posibles efectos ambientales y sobre la posibilidad de evitarlos, reducirlos a niveles aceptables o compensarlos.

Los diversos constituyentes del medio ambiente, entre los cuales se desarrolla la vida en el planeta, se conocen y estudian bajo el nombre de componentes y factores ambientales. Los factores ambientales son susceptibles de ser modificados por las actividades del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar graves problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suele ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y, entonces, ser fácilmente soportables (Conesa, 2009).

Los factores ambientales considerados por los organismos internacionales competentes pertenecen a los siguientes componentes ambientales (Conesa, 2009):

- El aire, el clima, el agua y el suelo.
- El hombre, la flora y la fauna.
- El paisaje.
- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción consecuencia de un proyecto o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. La alteración se mide y el impacto se evalúa por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno, o alguno de los factores que lo constituyen, en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta (Conesa, 2009; Gómez y Gómez, 2013).

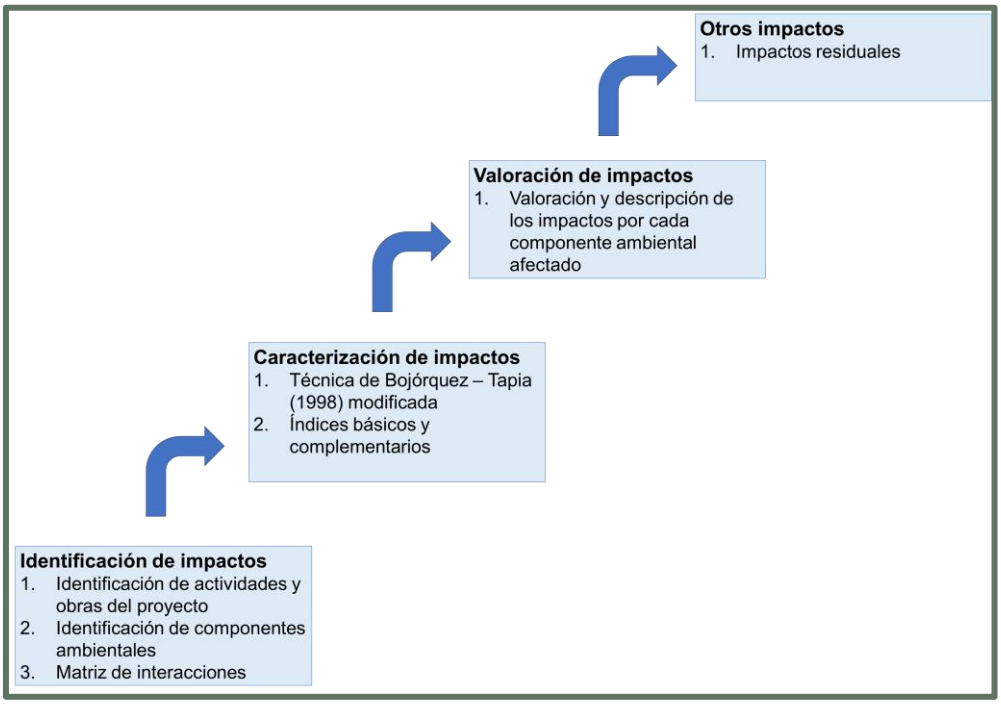
En este sentido, la **EIA** es el conjunto de estudios y análisis técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente mediante la identificación, descripción y evaluación de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con la ley, de los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los factores ambientales (Conesa, 2009).

Un proceso de evaluación de impacto ambiental se expresa en una secuencia lógica de pasos, que se constituyen en elementos clave al momento de ser aplicados a las acciones humanas que interesa evaluar para resguardar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

La identificación de impactos ambientales es una parte sustancial del proceso de evaluación, por lo que se abordará con base en un esquema metodológico que considera tanto el entorno ambiental del **Proyecto** como las características particulares y la naturaleza de este.

El proceso general y método de evaluación que se empleará en la identificación y evaluación de impactos ambientales se puede resumir en el esquema presentado en la **Figura V.1.**

Figura V.1. Esquema metodológico para la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales.



Fuente: elaboración propia.

V.1. METODOLOGÍA

Entre los métodos empleados para la evaluación de impacto ambiental destacan las listas de verificación, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas. Las matrices interactivas (causa-efecto) por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la evaluación de impacto ambiental, ya que permiten evaluar las acciones del proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

La mejor herramienta para determinar los impactos son las matrices de relaciones causa – efecto, de las cuales existen muchas variantes y la más conocida de ellas es Matriz de Leopold (Garmendia*, et al*. 2005).

La matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental (Cotán-Pinto, 2007). Es un método indirecto de evaluación de impactos, ya que lo que realmente se califica son las interacciones entre el proyecto y el ambiente, sin darle ningún nombre al impacto que se presenta en esa interacción (Arboleda, 2008). Consiste en una matriz en que las entradas según las columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes (Garmendia, *et al.* 2005; Cotán-Pinto, 2007; Arboleda, 2008).

De acuerdo con lo anterior, para identificar y valorar los posibles impactos generados a causa del desarrollo del **Proyecto** se empleará la matriz interactiva de Leopold modificada y la técnica de Bojórquez-Tapia *et al*. (1998).

La metodología consiste en el desarrollo de los siguientes apartados:

1. Identificación de impactos, y
2. Caracterización y valoración de impactos.

V.1.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

V.1.1.1. CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ

El primer paso para la utilización de la matriz de Leopold consiste en construir una matriz de doble entrada (Arboleda, 2008), para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pudieran ser afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor ambiental) considerados (Cotán-Pinto, 2007).

Por lo tanto, las acciones que comprenden esta fase son las siguientes:

- *Discriminación de las actividades y obras relevantes que se contemplan en el establecimiento del **Proyecto**.* De todas las actividades que contempla el **Proyecto** se seleccionan aquellas relevantes, es decir, las que puedan ocasionar afectaciones al entorno y que se comprenden en las diferentes etapas del mismo.

  De acuerdo con Gómez y Gómez (2013), las acciones que se identifiquen deben ser:

  - Concretas.
  - Relevantes: ajustadas a la realidad del proyecto y capaces de desencadenar efectos notables.
  - Excluyentes. sin solapamientos que puedan llevar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.
  - Fácilmente identificables, susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos del proyecto o diagramas del proceso constructivo y productivo.
  - Localizables: atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto.
  - Cuantificables: en la medida de lo posible, medibles en magnitudes físicas, y quedar descritas con la mayor aproximación posible en términos de magnitud (superficie y volumen ocupados, cantidad, tamaño, etc.), localización espacial, flujo: caudal de vertidos, emisiones de vehículos, etc. y momento en que se produce la acción y plazo temporal en que opera.

- *Selección de los indicadores susceptibles a impacto.* La selección de factores y componentes ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo del **Proyecto**.

  Como en el caso de las acciones, de acuerdo con Gómez y Gómez (2013), los factores que se identifiquen como relevantes, es decir, susceptibles de recibir impactos significativos, deben reunir condiciones de:

  - Relevancia: portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio.
  - Exclusión, sin solapamientos ni redundancias que lleven a repeticiones de impactos.
  - De fácil identificación, es decir susceptibles de una definición nítida y de una percepción fácil sobre campo, mapas o información estadística.
  - Localización: atribuibles a puntos o zonas concretas del entorno.
  - Medibles, cuantificables en la medida de lo posible, pues muchos de ellos serán intangibles, directa o indirectamente a través de algún indicador.

V.1.1.2. IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES EXISTENTES

A través de la matriz descrita en el apartado V.1.1.1. Construcción de la matriz se llevará a cabo la identificación de las interacciones existentes. Para ello, se toma la primera acción y se examina si tiene o no relación con cada uno de los factores ambientales. Este proceso se hace para todas las acciones consideradas en la matriz (Cotán-Pinto, 2007; Arboledas, 2008).

V.1.2. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Para la valoración se procedió a calificar el impacto ambiental considerando los criterios básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación). Los criterios de valoración se presentan en la **Tabla V.1.**

Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios.

Escala	Intensidad Del Efecto (I)	Extensión del Efecto (E)	Duración Del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
Definición	La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior	Es la medida del espacio que ocupa el impacto	La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin	Definidas por el grado de interacción entre impactos	Definidas por el nivel de acumulación entre impactos	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación.
0				**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	**Nula.** Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	**No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	**Nula**. No hay medidas de mitigación
1	**Mínima:** el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	**Puntual:** cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	**Corta: c**uando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	**Poca.** Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	**Mínima**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	**Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %
2	**Moderada:** el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	**Local:** cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	**Mediana: c**uando los impactos se presenten durante más de una etapa del Proyecto.	**Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%
3	**Alta:** el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	**Regional:** cuando tiene un área de influencia que supera notoriamente las adyacentes a las áreas del Proyecto.	**Permanente:** cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	**Fuerte.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	**Alta**. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente.	**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

Cuando existe incertidumbre para determinar el valor de un criterio, se asigna el valor más alto. Esta regla es consistente con el principio precautorio para los conflictos ambientales, esto es, resta la oportunidad de subestimar un impacto, lo cual minimiza el riesgo público.

Los criterios de las tablas anteriores se utilizan posteriormente para evaluar los Índices Básico y Complementario, respectivamente. Con la evaluación de estos índices se procede a calcular el Índice de Impacto, a partir de este último y con la valoración de las medidas de mitigación se obtiene la significación del impacto; de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Índice Básico. Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración) mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{I_{ij} + E_{ij} + D_{ij}}{9}$$

Donde:

Iij = intensidad del impacto

Eij = extensión del impacto

Dij = duración de la acción

El origen de la escala de valoración es de 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice va de $0.33 \leq IB \leq 1$.

Índice complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres criterios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$

Donde:

Sij = sinergia del impacto.

Aij = acumulación del impacto.

Cij = controversia.

En este índice el origen de la escala es cero debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente intervalo: $0 \leq IC \leq 1$.

Índice del impacto sin medidas de mitigación. El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Donde:

IBij = Índice Básico

ICij = Índice Complementario

Índice del impacto con medidas de mitigación. Obtenidos los indicadores IB, IC e II (índice básico, índice complementario e índice de impacto, respectivamente) se procedió a calcular el índice de impacto con medidas

de mitigación, tomando en consideración su existencia y, en su caso, eficiencia esperada (Mij), utilizando las siguientes fórmulas:

Para medio abiótico y biótico: $\boldsymbol{S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)}$

Para medio socioeconómico: $\boldsymbol{S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)}$

Donde:

IIij = índice del impacto

Mij = existencia de las medidas de mitigación.

Significancia del impacto. De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia según los siguientes intervalos:

- Impacto no significativo (NS): 0.000 a 0.200
- Impacto poco significativo (PS): 0.201 a 0.400
- Impacto moderadamente significativo (MS): 0.401 a 0.600
- Impacto significativo (S): 0.601 a 0.800
- Impacto muy significativo (MMS): 0.801 a 1.000

V.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

V.2.1. ACTIVIDADES RELEVANTES

Con la finalidad de identificar y analizar los impactos ambientales que el **Proyecto** podría provocar sobre el medio ambiente, se listaron las actividades que se desarrollarán como parte del Proyecto, destacando solamente aquellas que pudieran provocar impactos (positivos o negativos), las cuales serían consideradas como componentes o factores de cambio.

Con la intención de brindar claridad sobre las interacciones que tendrá el **Proyecto** con los componentes y factores ambientales a evaluar, en la **Tabla V.2** se presenta el listado de actividades del programa de trabajo para el desarrollo del **Proyecto** en todas las etapas, desglosado por sección, dado que es así como se desarrolla el presente capítulo.

Tabla V.2. Actividades del **Proyecto**.

Etapa	Obra o actividad	Sección																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Preparación del sitio y construcción	Topografía en campo																											
	Rescate de flora y fauna																											
	Desmonte																											
	Apertura de derecho de vía																											
	Tendido de tubería																											
	Curvado de tubería																											
	Soldadura automática																											
	Revestimiento de juntas																											
	Excavación de zanja																											
	Puesta de tubería en zanja																											
	Empalmes																											
	Pretapado y tapado de zanja																											
	Pruebas hidrostáticas																											
	Caliper y secado																											
	Recomposición del derecho de vía																											
	Instalación de válvulas de línea principal																											
	Construcción de estaciones de medición regulación y control																											
	Construcción de estaciones de compresión																											
Operación y mantenimiento	Comisionamiento (Pruebas preoperativas) como hermeticidad en tuberías y estaciones superficiales																											
	Transporte y entrega de gas natural																											
	Mantenimiento del gasoducto e instalaciones superficiales																											
Cierre y desmantelamiento	Desmantelamiento de equipo																											
	Desarmado de estructuras																											

V.2.2. INDICADORES DE LOS FACTORES AMBIENTALES.

Una vez listadas las actividades del **Proyecto**, se identificaron los factores ambientales susceptibles de afectar en el área del **Proyecto**. Para ello, se reconoce qué variables y/o procesos fisicoquímicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados. Para ello, en esta etapa se analiza la situación ambiental previa, es decir, se toma de referencia la línea base y el diagnóstico ambiental obtenido contrastando con las transformaciones esperadas del ambiente. En esta etapa también se prevén los impactos directos, indirectos y acumulativos que se podrían generar sobre los componentes ambientales.

La identificación de factores ambientales parte de la tipificación de las actividades previamente descritas en el capítulo II referente a la descripción del **Proyecto** y de la caracterización hecha en el capítulo IV sobre la descripción del medio biótico, abiótico, socioeconómico y del paisaje. En este sentido, se elaboró el listado de indicadores de los factores ambientales susceptibles de afectación en el área del **Proyecto** y su **AI**, por sección el cual se utilizará como insumo para la matriz de interacciones.

Tabla V.3. Factores ambientales e indicadores**.**

Factor ambiental	Indicador	Sección y etapa en la que podría presentarse el impacto	Criterios
Aire	Calidad	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD	Componente ambiental presente y susceptible de afectase en todo el AP y AI.
	Nivel sonoro	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD	Componente ambiental presente y susceptible de afectase en todo el AP y AI.
Suelo	Características fisicoquímicas	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD	Componente ambiental presente y susceptible de afectase en todo el AP y AI.
	Pérdida de suelo (erosión)	Sección: todas Todas: PSC, CD	Este indicador se encuentra presente en todas las secciones, por la remoción de vegetación, despalme y excavaciones, así como por las acciones contempladas durante el eventual cierre y desmantelamiento del Proyecto.
Hidrología superficial	Calidad	Secciones: todas Etapa: PSC, OM, CD	En todas las Secciones hay presencia de escurrimientos superficiales y/o cuerpos de agua tanto en AP, como en AI susceptibles de resultar afectados.
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	Sección: todas Etapa: PSC	La infiltración es susceptible de modificarse en todas las secciones, por la remoción de vegetación.
Flora	Abundancia y diversidad	Sección: todas Etapa: PSC	Todas las secciones presentan diversidad en tipos de vegetación, así como en abundancia y diversidad florística, siendo susceptibles de afectación por remoción.

Factor ambiental	Indicador	Sección y etapa en la que podría presentarse el impacto	Criterios
	Cobertura vegetal forestal	Sección: todas Etapa: PSC, OM	El USV del AP corresponde a bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de mezquite, bosque de pino-encino, bosque de táscate, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral sarcocaule, mezquital xerófilo, vegetación de galería, vegetación halófila xerófila, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería, vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo, vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo; mientras que en el AI corresponde a bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de galería, bosque de mezquite, bosque de pino-encino, bosque de táscate, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral sarcocaule, mezquital xerófilo, vegetación de desiertos arenosos, vegetación de galería, vegetación halófila xerófila, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería, vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo, vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo. Dicha vegetación es susceptible de afectarse temporalmente durante la etapa de operativa en caso de ocurrencia de un evento de riesgo, y se presentan vegetación forestal tanto en el AP como en el AI, con susceptibilidad de afectación, principalmente por remoción.
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	Secciones: 1 a la 9, 13 a la 27 Etapa: PSC, OM	En el área del Proyecto en las secciones 1 a la 9, 13 a la 27, se tiene la presencia de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así mismo, en todas las secciones del AP hay presencia de especies endémicas, susceptibles de resultar afectadas por remoción de la vegetación.
Fauna	Abundancia y diversidad	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD	En todas las secciones, tanto la abundancia como la diversidad son susceptibles de resultar afectadas.
	Hábitat	Sección: todas Etapa: PSC, OM	Se considera como hábitats susceptibles de afectación, aquellas áreas que sustentan vegetación, por lo tanto son susceptibles de afectación por remoción y en caso de ocurrencia de un evento de riesgo todas las secciones, puesto que tanto AI como AP presentan vegetación y por lo tanto hábitats.

Factor ambiental	Indicador	Sección y etapa en la que podría presentarse el impacto	Criterios
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	Sección: 1 a 14, 16 a 22, 24 a 27 Etapa: PSC, OM, CD	Este factor es susceptible de afectación en caso de un evento de riesgo en todas las secciones, aunque en algunas secciones para los sitios de verificación no se identificó fauna endémica o en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se descarta su presencia dada su movilidad.
Paisaje	Calidad visual	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD	La calidad del paisaje es susceptible de resultar afectada en todas las secciones en caso de un manejo inadecuado de residuos o en caso de ocurrencia de un evento de riesgo, mientras que en las secciones con presencia de vegetación el impacto resultaría mayor por la remoción de vegetación forestal, además de que su calidad actualmente es baja en toda el AP.
Factores Socioeconómicos	Generación de empleos	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD	Para estos indicadores se consideran impactos positivos a nivel área de influencia y área del proyecto durante todas las etapas del Proyecto.
	Riesgo operativo	Sección: todas Etapa: OM	Indicador presente durante la operación del Proyecto en todas las secciones.

V.2.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERACCIONES

Una vez identificadas tanto las obras y actividades del **Proyecto** que pueden causar impactos (positivos y negativos)[1] así como los indicadores ambientales de posible afectación, se elaboró la matriz de interacciones. Dicha matriz es de doble entrada de modo que, para cada actividad a desarrollar en todas las etapas del **Proyecto**, se analiza su relación con cada uno de los componentes ambientales. Esto permite que al reconocer que existe una interacción, se pueda describir el impacto (positivo o negativo) que podría tener el **Proyecto** en el ambiente.

En el **Anexo V.1 Matriz impactos ambientales** (pestaña interacciones) se muestran las interacciones entre actividades e indicadores de los factores ambientales, por sección del **Proyecto**.

De acuerdo con las matrices de interacciones, en las siguientes tablas se resumen el número de interacciones negativas y positivas identificadas por componentes ambiental y etapa del **Proyecto**, así como por sección.

De las tablas anteriores, se observa que, los componentes con mayor número de interacciones son la fauna, el aire y el suelo, en todas las secciones; la etapa que genera el mayor número de interacciones es la etapa de preparación del sitio y construcción.

V.2.4. DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES

De acuerdo con las matrices interactivas previamente presentadas, en las siguientes tablas se describen las interacciones por componente ambiental, etapa y sección del **Proyecto**.

[1] Nota: en esta matriz no se incluye las actividades o medidas de mitigación establecidas en el programa de trabajo, ya que son acciones previas a la generación de los impactos negativos (ejemplo las actividades de rescate de flora y fauna).

Tabla V.4. Descripción de las interacciones en todas las etapas del Proyecto.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades	Descripción de las interacciones
Aire	Calidad	Secciones: Todas • Desmonte del DDv mediante maquinaria y equipo (apertura de zanja de seguridad). • Apertura de derecho de vía. • Perforación direccional (HDV) y cruces especiales. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad. • Transporte de gas natural. • Mantenimiento del STGN.	La calidad del aire se verá afectada en la etapa de preparación de sitio y construcción por la generación de partículas suspendidas por el desarrollo de las actividades de despalme, así como emisiones de humos y gases producidos por la combustión de gasolina y diésel utilizados por la maquinaria y equipo y también provenientes de los escapes de los vehículos. En la etapa de operación se verá afectado también la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes provenientes de los motocompresores, y de los equipos de generación de energía eléctrica de las estaciones de compresión y la EMRyC. Así como posibles emisiones fugitivas de gas natural en la etapa de mantenimiento por las válvulas de desfogue del STGN.
	Nivel sonoro	Secciones: Todas • Desmonte del DDv mediante maquinaria y equipo (apertura de zanja de seguridad). • Apertura de derecho de vía. • Perforación direccional (HDV) y cruces especiales. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como	Aumento del nivel sonoro debido al ruido producido por la maquinaria y equipo necesarios para llevar a cabo las distintas actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción. En la etapa de operación se verá afectado también el nivel sonoro por la generación de ruido en el funcionamiento de los diversos equipos de las estaciones de compresión y la EMRyC.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades	Descripción de las interacciones
		instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad. • Transporte de gas natural. • Mantenimiento del STGN.	
Suelo	Características fisicoquímicas	Secciones: Todas • Desmonte DDv mediante maquinaria y equipo (apertura de zanja de seguridad). • Apertura de derecho de vía. • Perforación direccional (HDV) y cruces especiales. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad. • Transporte de gas natural. • Mantenimiento del STGN.	El suelo se podría ver afectado por el uso de maquinaria y equipo por derrames accidentales de aceite y combustible en sus características fisicoquímicas, asimismo por un manejo inadecuado de los residuos generados durante las actividades de preparación de sitio y construcción, y operación y funcionamiento.
	Pérdida de suelo (erosión)	Secciones: Todas • Desmonte del DDv mediante maquinaria y equipo (apertura de zanja de seguridad).	Se incrementarán los niveles de erosión debido a la remoción de la vegetación sobre el DDV y de las áreas de las estaciones de compresión y EMRyC, con la remoción de la vegetación se origina pérdida de suelo por efectos de erosión hídrica y eólica.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades	Descripción de las interacciones
Hidrología superficial	Calidad	Secciones: todas. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad. • Transporte de gas natural. • Mantenimiento del STGN	La calidad del agua existente en las escorrentías intermitentes y cuerpos de agua perennes se podrían ver afectados en sus características químicas por el uso de maquinaria y equipo por derrames accidentales de aceite y combustible, asimismo por un manejo inadecuado de los residuos generados durante las actividades de preparación de sitio y construcción, y operación y funcionamiento.
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	Secciones: Todas • Desmonte. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad.	Debido a la remoción de vegetación se disminuirá la capacidad de infiltración de agua hacia los acuíferos, así como el sellamiento permanente del suelo en áreas en las estaciones de compresión y EMRyC.
Flora	Abundancia y diversidad	Secciones: todas • Desmonte • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad.	Con la remoción de la vegetación se afectará la abundancia y diversidad de flora presente en el AP, tanto nativas como endémicas y sujetas a protección por parte de la normatividad.
	Cobertura	Secciones: todas	La cobertura forestal disminuirá en el AP, debido a la

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades	Descripción de las interacciones
	vegetal forestal	• Desmonte. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad.	remoción de vegetación, y por consiguiente se origina la pérdida de servicios ambientales, tales como captura de carbono y generación de oxígeno en la etapa de preparación de sitio y construcción. En la etapa de operación, la cobertura forestal se verá afectada por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o endémicas	Secciones: 1 a la 9, 13 a la 27 • Desmonte. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad.	Debido a la remoción de vegetación en el AP se afectarán los ejemplares de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Como resultado de los sitios de verificación realizados se localizó a las especies *Carnegiea gigantea, Glandulicactus uncinatus* y *Dasylirion acrotrichum,* en la categoría de amenazada, mientras que las especies *Epithelantha micromeris, Ferocactus cylindraceus, Lophocereus schottii, y Olneya tesota*, están en la categoría de Protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la etapa de operación, la cobertura forestal se verá afectada por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.
Fauna	Abundancia y diversidad	Secciones: todas • Desmonte. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de	La abundancia y diversidad de la fauna presente en el AP se verá potencialmente desplazada y posiblemente disminuida, debido al atropellamiento involuntario de los individuos de lento desplazamiento por la presencia de maquinaria, equipos y personal. En la etapa de operación, la fauna se verá afectada

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades	Descripción de las interacciones
		calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad.	por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.
	Hábitat	Secciones: todas • Desmonte. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad.	La pérdida de hábitat se dará de manera temporal y puntual sobre el derecho de vía durante la etapa de preparación de sitio y construcción. En la etapa de operación, la fauna se podría ver afectada por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	Secciones: 1 a 14, 16 a 22, 24 a 27 • Desmonte • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto	Se verá afectada las especies en riesgo de lento desplazamiento listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en caso de mortandad o daño accidental o intencional por el uso de la maquinaria y equipo de especies, ya sea por parte del personal o por el uso de maquinaria y vehículos. Especies: *Masticophis flagellum* En la etapa de operación, la fauna se verá afectada por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.

Factor ambiental	Indicador ambiental	Actividades	Descripción de las interacciones
		Libertad.	
Paisaje	Calidad visual	Secciones: todas • Desmonte. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad.	Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, se verá afectada la calidad visual de manera temporal el AP a causa de la remoción de la vegetación por el desmonte, la generación de polvos y presencia de maquinaria y equipo. En la etapa de operación, la calidad visual se verá afectada de manera temporal por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.
Factores socioeconómicos	Generación de empleos	Secciones: todas • Desmonte. • Instalación de tubería y válvulas de seccionamiento. • Soldadura de tuberías con pruebas de aseguramiento de calidad, radiografías, protección catódica, etc. • Relleno, compactación y nivelación del DDv, así como instalación de avisos de señalamientos. • Limpieza del DDv mediante maquinaria pesada. • Construcción de las CS-1, CS-2, CS-3, CS-4 y EMRyC Puerto Libertad. • Transporte de gas natural. • Mantenimiento del STGN.	Todas las actividades de esta etapa del Proyecto implican la generación de empleos temporales y fijos, tanto en los municipios de Chihuahua y Sonora.

V.2.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo con las interacciones anteriores, los impactos ambientales descritos se pueden sintetizar como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V.5. Impactos ambientales identificados susceptibles de generarse por el **Proyecto** (etapa: PSC: preparación del sitio y construcción, OM: operación y mantenimiento, CD: cierres y desmantelamiento).

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Sección y etapa en la que se presentará el impacto
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	La calidad del aire se verá afectada en la etapa de preparación de sitio y construcción por la generación de partículas suspendidas por el desarrollo de las actividades de despalme, así como emisiones de humos y gases producidos por la combustión de gasolina y diésel utilizados por la maquinaria y equipo y también provenientes de los escapes de los vehículos. En la etapa de operación se verá afectado también la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes provenientes de los motocompresores, y de los equipos de generación de energía eléctrica de las estaciones de compresión y la EMRyC. Así como posibles emisiones fugitivas de gas natural en la etapa de mantenimiento por las válvulas de desfogue del STGN.	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	Aumento del nivel sonoro debido al ruido producido por la maquinaria y equipo necesarios para llevar a cabo las distintas actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción. En la etapa de operación se verá afectado también el nivel sonoro por la generación de ruido en el funcionamiento de los diversos equipos de las estaciones de compresión y la EMRyC.	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Sección y etapa en la que se presentará el impacto
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	El suelo se podría ver afectado por el uso de maquinaria y equipo por derrames de aceite y combustible en sus características fisicoquímicas, asimismo por un mal manejo de los residuos generados durante las actividades de preparación de sitio y construcción, y operación y funcionamiento.	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	Se incrementarán los niveles de erosión debido a la remoción de la vegetación sobre el DDv y de las áreas de las estaciones de compresión y EMRyC, con la remoción de la vegetación se origina pérdida de suelo por efectos de erosión hídrica y eólica.	Sección: todas Todas: PSC, CD
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	Impacto que podría presentarse como consecuencia de un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del Proyecto.	Secciones: todas Etapa: PSC, OM, CD
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	Debido a la remoción de vegetación se disminuirá la capacidad de infiltración de agua hacia los acuíferos, así como el sellamiento permanente del suelo en áreas en las estaciones de compresión y EMRyC.	Sección: todas Etapa: PSC
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	Con la remoción de la vegetación se perderá la abundancia y diversidad de flora presente en el AP, tanto nativas como endémicas y sujetas a protección por parte de la normatividad.	Sección: todas Etapa: PSC

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Sección y etapa en la que se presentará el impacto
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	La cobertura forestal disminuirá en el AP, debido a la remoción de vegetación, y por consiguiente se origina la pérdida de servicios ambientales, tales como captura de carbono y generación de oxígeno en la etapa de preparación de sitio y construcción. En la etapa de operación, la cobertura forestal se verá afectada por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.	Sección: todas Etapa: PSC, OM
		Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	Debido a la remoción de vegetación en el AP se afectarán los ejemplares de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Como resultado de los sitios de verificación realizados se localizó a las especies *Carnegiea gigantea, Glandulicactus uncinatus y Dasylirion acrotrichum*, en la categoría de amenazada, mientras que las especies *Epithelantha micromeris, Ferocactus cylindraceus, Lophocereus schottii, y Olneya tesota*, están en la categoría de Protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la etapa de operación, la cobertura forestal se verá afectada por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.	Secciones: 1 a la 9, 13 a la 27 Etapa: PSC, OM

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Sección y etapa en la que se presentará el impacto
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	La abundancia y diversidad de la fauna presente en el AP se verá desplazada y posiblemente disminuida, debido al atropellamiento involuntario de los individuos de lento desplazamiento por la presencia de maquinaria, equipos y personal. En la etapa de operación, la fauna se verá afectada por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	La pérdida de hábitat se dará de manera temporal y puntual sobre el derecho de vía durante la etapa de preparación de sitio y construcción. En la etapa de operación, la fauna se verá afectada por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.	Sección: todas Etapa: PSC, OM
		Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	Se verá afectada las especies en riesgo de lento desplazamiento listadas en la NOM-059-SEMARNAT -2010, en caso de mortandad o daño accidental o intencional por el uso de la maquinaria y equipo de especies, ya sea por parte del personal o por el uso de maquinaria y vehículos. Especies: *Masticophis flagellum* En la etapa de operación, la fauna se verá afectada por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.	Sección: 1 a 14, 16 a 22, 24 a 27 Etapa: PSC, OM, CD

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Sección y etapa en la que se presentará el impacto
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, se verá afectada la calidad visual de manera temporal el AP a causa de la remoción de la vegetación por el desmonte, la generación de polvos y presencia de maquinaria y equipo. En la etapa de operación, la calidad paisajística se verá afectada de manera temporal por la probabilidad de que se presente un evento de riesgo por fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Generación de empleos	SOC1. Incremento en las fuentes de empleo*	Todas las actividades de esta etapa del Proyecto implican la generación de empleos temporales y fijos, tanto en los municipios de Chihuahua y Sonora.	Sección: todas Etapa: PSC, OM, CD
		Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia	En caso de fuga de gas natural con posibilidad de incendio o explosión en la etapa de operación y mantenimiento con afectación a los recursos naturales, población, infraestructura, equipos y bienes materiales. Para la etapa de operación, se podría verse afectado el personal operativo presente en las estaciones de compresión y EMRyC por un evento de riesgo de fuga de gas natural que puede originar un incendio o explosión.	Sección: todas Etapa: OM

*Impacto positivo.

De acuerdo con la tabla anterior, se identificaron 15 impactos, de los cuales 14 son negativos y sólo 1 es positivo, relacionado con la generación de empleos. Los impactos negativos serán objeto de la caracterización y valoración que se presenta en los siguientes apartados.

V.3. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Para caracterizar y evaluar los impactos ambientales identificados, se empleará la técnica modificada de Bojórquez-Tapia *et al.* (1998). Es importante recordar que, como se mencionó anteriormente, esta técnica evalúa los impactos a través de calcular los índices básicos y complementarios, es así como se asignaron los valores según los criterios de intensidad, extensión, duración, sinergia, acumulación, controversia y mitigación, conforme a la justificación que se presenta en la

Tabla V.7 y en el **Anexo V.1 Matriz impactos ambientales hoja Justificación valoración**.

Tabla V.6. Justificación de valoración de impactos.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
AIR1. Afectación de la calidad del aire.	Impacto que puede presentarse por la generación de gases contaminantes por el empleo de vehículos y equipos que usen combustibles fósiles; por emisiones de gas natural debido a mantenimientos programados y/o durante la atención de fugas; por la dispersión de polvos debido al movimiento de tierras y tránsito de maquinaria y vehículos; y la posible contaminación atmosférica en caso de la ocurrencia de eventos de riesgo durante la etapa de operación y mantenimiento.	Intensidad	Mínima: el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	Se considera que la calidad del aire permanecerá muy cercano a su estado actual, afectándola en mínima escala dado que el Proyecto por su naturaleza no contempla la generación de emisiones atmosféricas en gran cantidad o de forma constante, por el contrario, estas serán generadas únicamente por el uso de maquinaria, vehículos y equipo que usen hidrocarburos y el levantamiento de polvos, así como en caso de presentarse un evento de riesgo.
		Extensión	Local: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	El alcance del efecto rebasa el área del Proyecto por la facilidad de dispersión de contaminantes en el aire, incidiendo en áreas próximas al área del Proyecto, específicamente dentro del AI, sin llegar a tener un efecto regional, dado que los contaminantes se dispersarían.
		Duración	Corta: cuando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	El impacto sólo se presentará de forma temporal inmediatamente a la realización de la acción que lo genera, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.
		Sinergia	Nula: cuando no se presentan interacciones entre impactos	La afectación de la calidad del aire no es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento de este.
		Acumulación	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP de las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que afectan la calidad del aire (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
		Controversia	No existe: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisiones a la atmósfera: -NOM-041-SEMARNAT-2015 -NOM-045-SEMARNAT-2017 Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad de este recurso en la región.
		Mitigación	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen reducirán la generación de emisiones por la maquinaria, equipo y vehículos, y se enfocarán a evitar la generación de polvos, fugas de gas natural y la ocurrencia de eventos de riesgo, por lo cual se consideran eficientes, aunque no es posible evitar las emisiones en su totalidad.
AIR2. Modificación del nivel sonoro.	Incremento de los niveles de ruido debido al empleo de maquinaria y equipo empleado para la preparación del sitio, construcción, mantenimientos y desmantelamiento.	I	Mínima: el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	Se considera que el nivel sonoro permanecerá muy cercano a su estado actual, afectándose en mínima escala dado que el Proyecto por su naturaleza no contempla la generación de altos niveles de ruido o de forma constante, por el contrario, las acciones que generarán ruido se presentarán sólo durante el uso de maquinaria y equipo.
		E	Local: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	El alcance del ruido que se genere por el uso de maquinaria y equipo rebasará el área del Proyecto incidiendo en áreas próximas este pero dentro del AI, sin llegar a tener un efecto regional. Lo anterior se explica dado que el equipo y maquinaria susceptible de generar ruido puede rondar en los 100 dB, así mismo, conforme el receptor se aleja de la fuente generadora de ruido, este se percibe con menor intensidad, en este sentido, el ruido sólo sería percibido sólo dentro del AI, el cual presenta una distancia de hasta 800 m del AP.
		D	Corta: cuando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	El impacto sólo se presentará de forma temporal durante la realización de la acción que lo genera, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
		S	Nula: cuando no se presentan interacciones entre impactos	La modificación del nivel sonoro no es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento en el nivel de ruido.
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP de las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que se encuentran afectando los niveles sonoros (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	No existe: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido: -NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-011-STPS-2001. Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad del nivel sonoro en la región.
		M	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen reducirán la generación excesiva de ruido por el uso de maquinaria y equipo, sin embargo, el efecto es inevitable.
SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	Contaminación en caso de derrame accidental de sustancias oleosas o hidrocarburos de los vehículos y maquinaria, así como por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos.	I	Mínima: el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	Se considera una intensidad mínima para este impacto puesto que sólo ocurriría en caso de derrame accidental de sustancias o disposición incorrecta de residuos, lo cual no afectaría totalmente el recurso.
		E	Puntual: cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	La extensión para este impacto es menor al área del Proyecto puesto que se considera sólo en casos de derrame fortuito de sustancias contaminantes o un mal manejo de residuos, lo cual en ningún caso llegaría a afectar la totalidad del AP.
		D	Corta: cuando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	El impacto sólo se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
				transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.
		S	Nula: cuando no se presentan interacciones entre impactos	Este impacto no es susceptible de interactuar con otros impactos de manera que resulte en un incremento en el nivel de contaminación del suelo.
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar la calidad del suelo (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	No existe: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con la siguiente normatividad en materia de calidad del suelo: -NOM-138-SEMARNAT-2012 y NOM-147-SEMARNAT-2004 Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la calidad del suelo en la región.
		M	Alta. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del suelo, lo cual es posible con una adecuada gestión de los residuos, uso de maquinaria en buen estado y una respuesta inmediata ante eventos fortuitos que pudieran generar contaminación del suelo.
SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	Incremento de la erosión debido a la remoción de la vegetación y modificaciones en la superficie, así como pérdida de suelo por la realización de excavaciones.	I	**Alta:** el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	De acuerdo con la caracterización establecida en el Capítulo IV, al extrapolar las tasas de erosión obtenidas a la superficie total del SAR se obtuvo que actualmente hay una pérdida de suelo por erosión hídrica de 11,143,517.71 ton/año, en el AI es de 402,143.76 ton/año y en el AP es de 6,716.14 ton/año. Así mismo, se realizarán despalmes y excavaciones, lo cual incrementará considerablemente la pérdida de suelo, motivo por el cual se le otorgó el valor más alto a este criterio.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
		E	Puntual: cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	La pérdida de suelo y el incremento de la erosión ocurrirá dentro del área del Proyecto, específicamente, la erosión se incrementará en la superficie forestal, por lo cual se considera puntual.
		D	Permanente: cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	La modificación de los niveles de erosión permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto, específicamente en aquellas áreas forestales, puesto que se removerá la vegetación y debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales; así mismo la pérdida del suelo debido a las instalaciones subterráneas también será permanente, en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	**Fuerte:** cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Este impacto es susceptible de interactuar con los impactos FLO1 y FLO2, dado que los cambios en la superficie del suelo por remoción de vegetación y pérdida de la cobertura es un factor que incrementa los niveles de erosión actuales 5.8 veces para erosión hídrica y 2.29 veces para erosión eólica, por lo cual se calificó con el valor más alto.
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de incrementar la erosión y pérdida de suelo (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	Alta: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la erosión o pérdida de suelo, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen mitigarán y compensarán el incremento de la erosión y la pérdida de suelo, sin embargo, el efecto es inevitable en el AP puesto que es imprescindible el movimiento de tierras y su retiro para realizar la

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
				construcción del Proyecto; por lo cual se considera que aunque las medidas tengan una efectividad alta no llegan a eliminar el impacto.
HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	Impacto que podría presentarse como consecuencia de un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del Proyecto.	I	Mínima: el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	Se considera una intensidad mínima para este impacto puesto que sólo ocurriría en caso de disposición incorrecta de residuos en las secciones que cuentan con corrientes o cuerpos de agua sin que estos provoquen un daño total del recurso presente en el AP.
		E	Local: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	Se considera que este impacto podría tener como alcance escurrimientos o cuerpos de agua superficiales presentes tanto en el AP como en el AI, en todas las secciones, en caso de una incorrecta disposición de residuos y su posible arrastre por efecto de la lluvia, el viento, o factores humanos.
		D	Corta: cuando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	El impacto se presentará de forma inmediata a la realización de la acción que lo genera, siendo esta acción en caso de un manejo incorrecto de sustancias o residuos, mientras que con el paso del tiempo los contaminantes serán dispersados y asimilados por el ambiente, por lo tanto, aunque se presenta en diferentes etapas, su duración no se extiende más allá de cada una, por lo cual el tiempo que transcurre entre su inicio y su fin se considera de duración corta.
		S	Ligera: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE1, dado que, en caso de contaminación del suelo, se debe considerar el posible arrastre de dichos contaminantes a los cuerpos de agua o escurrimientos próximos, en todas las secciones, incrementando los niveles de contaminación; sin embargo se considera ligeramente superior, dado que la contaminación del suelo se considera de intensidad mínima, extensión puntual y cuenta con medidas eficientes.
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de incrementar la erosión y pérdida de suelo (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
				sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	Moderada: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	Se cuenta con la siguiente normatividad respecto a la calidad del agua: -NOM-001-SEMARNAT-2021 Sin embargo, al ser un recurso sensible es posible que la sociedad local y regional manifieste preocupación en caso de contaminación del agua superficial, en todas las secciones.
		M	Alta. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la contaminación del agua, lo cual es totalmente posible con una adecuada gestión de los residuos.
HSUB1. Disminución de la infiltración.	Disminución de la infiltración de agua hacia los acuíferos por remoción de la vegetación y modificaciones en la superficie.	I	Moderada: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	Se considera este impacto con intensidad moderada puesto que la disminución de la infiltración por remoción de la vegetación en todas las secciones pasaría de 1,447,345.67 m3 a 1,082,320.13 m3, lo que representa una disminución de 25.22% de acuerdo con la caracterización del Capítulo IV.
		E	Puntual: cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	La disminución de la infiltración ocurrirá dentro del área del Proyecto, específicamente en la superficie forestal, por lo cual se considera puntual al no rebasar el AP.
		D	Permanente: cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	La modificación en los patrones de infiltración permanecerán durante toda la vida útil del Proyecto, específicamente en las áreas forestales, puesto que se removerá la vegetación y debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	**Ligera: c**uando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con los impactos FLO1 y FLO2, dado que los cambios en la superficie del suelo por remoción de vegetación y pérdida de la cobertura es un factor que disminuye la infiltración en un 25.22%, por lo cual se calificó como ligera.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de incrementar la contaminación del agua subterránea (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	Alta: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule los niveles de infiltración de agua al subsuelo, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	Media. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen mitigarán y compensarán la disminución de la infiltración, sin embargo, el efecto es inevitable en el AP puesto que es inevitable la remoción de vegetación; por lo cual se considera que aunque las medidas tengan una efectividad alta no llegan a eliminar el impacto.
FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestres.	Impacto que se generará debido a las acciones de remoción de la vegetación.	I	**Alta:** el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	Se realizará la remoción total de la vegetación en la superficie con vegetación forestal dentro del área del Proyecto, por lo cual se califica como de intensidad alta.
		E	**Puntual:** cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	La remoción de la vegetación se realizará de manera puntual para cada una de las Secciones del proyecto, en una superficie de 1,979.39 has del AP, por lo cual se considera puntual.
		D	**Permanente:** cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	La afectación de la abundancia y diversidad de la flora presente en el AP permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto, puesto que se removerá totalmente la vegetación y debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	**Moderada: c**uando el efecto producido por la suma de las	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE2, dado que el despalme provoca la pérdida de suelo y

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
			interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	por ende la oportunidad de que la vegetación se recupere disminuye por la falta de un sustrato adecuado, por lo cual se considera un nivel de sinergia moderado.
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP de las secciones en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27, actividades que son susceptibles de disminuir la cobertura vegetal forestal (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**No existe: c**uando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se localizó la siguiente legislación en materia forestal y de vida silvestre: - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. -NOM-059-SEMARNAT-2010: -Ley General del Equilibrio Ecológico para la Protección Ambiental. Finalmente, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	**Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %	Las medidas propuestas preservarán ejemplares de algunas especies susceptibles de rescate para su reubicación en otro sitio, sin embargo, se considera baja puesto que la mayor parte de las especies e individuos presentes en las áreas forestales se perderá con la remoción.
FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	Impacto que se presentará debido a la remoción directa de la vegetación en el AP y en caso de ocurrencia de eventos de riesgo que generen daños a la vegetación forestal presente en el AI.	I	**Alta:** el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	Este impacto se considera de intensidad alta puesto que se realizará la remoción total de la vegetación en la superficie con vegetación forestal (1,979.39 has) dentro del área del Proyecto (2052.61 has).
		E	**Local:** cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	Se considera local puesto que en caso de ocurrencia de un evento de riesgo se afectaría la cobertura forestal presente en el AI.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
		D	**Permanente:** cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	La afectación de la cobertura vegetal forestal presente en el AP permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto, puesto que se removerá totalmente la vegetación en una superficie de 1,979.39 has y debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	**Moderada: c**uando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE2, dado que el despalme provoca la pérdida de suelo y por ente la oportunidad de que la vegetación se recupere disminuye por la falta de un sustrato adecuado, por lo cual se considera un nivel de sinergia moderado, así mismo interactúa con el impacto SOC2, dado que en caso de evento de riesgo incrementa la afectación de la cobertura vegetal.
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de disminuir la cobertura vegetal forestal (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**No existe: c**uando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se localizó la siguiente legislación en materia forestal y de vida silvestre: - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. - NOM-059-SEMARNAT-2010. Así mismo, se cuenta con legislación en materia de regulación del riesgo por actividades del sector hidrocarburos como es el caso del Proyecto, entre la que se encuentra: - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente - NOM-007-ASEA-2016 Derivado de la aplicación de esta normatividad se generan los siguientes estudios: - Estudio Técnico Justificativo (ETJ) - Estudio de riesgo ambiental (ERA) - Programa de prevención de accidentes (PPA) - Programa de respuesta a emergencias (PRE)

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
				Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas propuestas compensarán la cobertura vegetal con acciones de reforestación, sin embargo, se requiere cierto tiempo para que dicha reforestación alcance la madurez suficiente para igualar la cobertura forestal que se perderá con la remoción de la vegetación, motivo por el cual este criterio se calificó como media.
FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo.	Impacto que se presentará debido a la remoción directa en el AP de ejemplares de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o daños a estos en el AI en caso de ocurrencia de eventos de riesgo.	I	**Alta:** el componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior en un 75%.	Se realizará la remoción total de la vegetación en la superficie con vegetación forestal dentro del área del Proyecto, por lo cual se califica como de intensidad alta, dado que con esta remoción de perderán aquellos ejemplares en riesgo que pudieran estar presentes en esta área.
		E	**Puntual:** cuando se limita a un área menor a la extensión total del Proyecto.	La afectación a individuos de especies de flora en riesgo es susceptible de ocurrir en las superficies forestales del Proyecto en las secciones 1 a la 9, 13 a la 27, es decir, por lo cual se considera puntual, dado que se trata de una superficie que no rebasa el AP.
		D	**Permanente:** cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	La afectación a individuos de especies de flora en riesgo presentes en el AP en las secciones 1 a la 9, 13 a la 27 permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto, puesto que se removerá totalmente la vegetación y debido a los mantenimientos esta no podrá recuperar sus condiciones originales en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	**Moderada: c**uando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	Este impacto es susceptible de hacer sinergia con el impacto SUE2, dado que el despalme provoca la pérdida de suelo y por ente la oportunidad de que la vegetación y por lo tanto las especies en riesgo se recuperen disminuye por la falta de un sustrato adecuado, por lo cual se considera un nivel de sinergia moderado.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
		A	**Media**: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de afectar a especies en riesgo (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**No existe: c**uando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de la flora silvestre: - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. - NOM-059-SEMARNAT-2010. -Ley General del Equilibrio Ecológico para la Protección Ambiental. Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas propuestas privilegiarán la conservación de ejemplares de especies en riesgo mediante su rescate y reubicación en otro sitio, sin embargo, se considera media puesto que no todos los ejemplares presentes podrán ser rescatados, si no sólo aquellos que presenten las condiciones adecuadas para asegurar su sobrevivencia.
FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	Impacto que se presentará en el área del Proyecto por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, equipos y personal; así como en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos o en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación del Proyecto.	I	**Moderada:** el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	Este impacto se considera de intensidad moderada puesto que con la remoción de la vegetación y la presencia de maquinaria trabajando durante la construcción se provocará el desplazamiento de la fauna, de manera que se perderá su abundancia y diversidad en el AP, sin embargo será de forma temporal.
		E	**Local**: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	Dado que la generación de ruido y la presencia de personal laborando se percibe fuera del Proyecto, también se verá afectada la diversidad y abundancia de la fauna presente en el AI, así mismo, en caso de ocurrencia de un evento de riesgo, se afectaría a la fauna presente tanto en el AP como en el AI, sin llegar a rebasar estas áreas.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
		D	**Mediana: c**uando los impactos se presenten durante más de una etapa del Proyecto.	Este impacto se presentará en todas las etapas del Proyecto, sin embargo, durante la operación y mantenimiento sólo ocurrirá en caso de presentarse un evento de riesgo, por lo cual su duración no es la de toda la etapa, motivo por el cual se calificó como de duración mediana.
		S	**Ligera**: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto AIR2, debido a que, en caso de incrementarse los niveles de ruido por la realización de ciertas actividades, es posible generar desplazamiento de la fauna que llegara a estar presente en el AP o AI. Por otro lado también es susceptible de interactuar con el impacto SOC2, debido a que en caso de ocurrencia de un evento de riesgo, se incrementaría la afectación a ejemplares presentes también en el AI.
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de incrementar este impacto (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	Alta: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de fauna silvestre: - Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento. - NOM-059-SEMARNAT-2010 Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar daños a los individuos de fauna y la ocurrencia de eventos de riesgo, sin embargo, su desplazamiento es inevitable, por lo cual las medidas se califican con media efectividad.
FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	Impacto generado por la remoción de vegetación en el AP y en caso de ocurrencia de un evento de riesgo que dañe la vegetación presente en el AI.	I	Moderada: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	Se calificó este impacto con una intensidad moderada puesto que los hábitats presentes en el AP del Proyecto no se perderán por completo, sólo cambiarán totalmente la superficie del AP correspondiente a las áreas forestales de cada sección, debido a la remoción de la vegetación, así

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
				mismo, los hábitats presentes en el AI son susceptibles de afectarse temporalmente durante la etapa de operativa sólo en caso de ocurrencia de un evento de riesgo.
		E	Local: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	Se considera local puesto que además de afectar hábitats dentro del AP, también en caso de ocurrencia de un evento de riesgo se afectaría los hábitats de vegetación presentes en el AI.
		D	**Permanente:** cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	Este impacto se calificó como permanente, por la remoción de la vegetación forestal presente en el AP.
		S	Ligera: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto SOC2, debido a que en caso de ocurrencia de un evento de riesgo, es posible llegar a afectar a ejemplares presentes también en el AI.
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de disminuir los hábitats disponibles para la fauna silvestre (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	No existe: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con legislación en materia de vegetación forestal y de riesgo por actividades del sector hidrocarburos como es el caso del Proyecto, entre la que se encuentra: - Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente - NOM-007-ASEA-2016 Derivado de la aplicación de esta normatividad se generan los siguientes estudios: - Estudio Técnico Justificativo (ETJ) - Estudio de riesgo ambiental (ERA)

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
				- Programa de prevención de accidentes (PPA) - Programa de respuesta a emergencias (PRE) Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	**Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar la ocurrencia de eventos de riesgo sin embargo la pérdida de hábitats por remoción de la vegetación forestal es inevitable, por lo cual se calificó la efectividad de las medidas para mitigar este impacto como baja.
FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	Se presentará en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos o en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación del Proyecto.	I	**Mínima:** el componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%.	En las secciones 1 a 14, 16 a 22, 24 a 27 del Proyecto, este impacto se considera de intensidad mínima puesto que sólo ocurrirá en casos particulares de daño accidental o intencional a los ejemplares de fauna.
		E	**Local**: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	Se considera una posible afectación a ejemplares de fauna en riesgo que pudieran estar presentes en el AI en caso de un evento de riesgo que los dañe, o por la afectación intencional o accidental, por lo cual se considera local dado que puede tener alcance fuera del AP.
		D	**Mediana: c**uando los impactos se presenten durante más de una etapa del Proyecto.	Este impacto se presentará en todas las etapas del Proyecto, sin embargo, durante la operación y mantenimiento sólo ocurrirá en caso de presentarse un evento de riesgo, por lo cual su duración no es la de toda la etapa, motivo por el cual se calificó como de duración mediana.
		S	**Ligera**: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	Este impacto es susceptible de interactuar con el impacto SOC2, debido a que en caso de ocurrencia de un evento de riesgo, es posible llegar a afectar a ejemplares presentes también en el AI.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
		A	**Media**: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de incrementar este impacto (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	**Alta**: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	Se localizó la siguiente legislación en materia de protección de especies en riesgo: -NOM-059-SEMARNAT-2010 Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la afectación de este recurso.
		M	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más	Las medidas que se proponen se enfocan a evitar daños a los individuos de fauna, priorizando las especies en riesgo, así como la ocurrencia de eventos de riesgo.
PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	Impacto que se presentará a causa de la remoción de la vegetación, la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, la inserción de las instalaciones superficiales del Proyecto y en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación.	I	**Moderada:** el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	Se considera un impacto de intensidad moderada en aquellas unidades paisajísticas que presentan vegetación forestal por afectar, mientras que el resto permanecerá con una calidad baja, así mismo hay otras actividades susceptibles de afectar la calidad del paisaje.
		E	Local: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	Se considera local, puesto que los cambios en el paisaje por la remoción de la vegetación podrán percibirse también en el AI, sin embargo se considera que no llegue a tener un efecto regional, puesto que al dominar las topoformas de llanura el cambio no sería apreciable fuera del AI.
		D	**Permanente:** cuando los impactos persisten durante toda la vida útil del Proyecto.	El cambio en el paisaje por la remoción de la vegetación permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto en tanto no se llegue a la etapa de desmantelamiento y abandono.
		S	Ligera: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples)	Se considera que este impacto es susceptible de interactuar con otros que incrementen ligeramente el efecto negativo en la calidad paisajística, estos impactos pueden ser AIR1, SUE1, SUE2, HSUP1 y SOC2.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
			es ligeramente superior a las mismas	
		A	Media: cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	En el SAR, AI y AP de las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que son susceptibles de incrementar este impacto (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales, sumando las actividades del Proyecto, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental.
		C	Alta: cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	No se detectó normatividad que regule la modificación del paisaje, por lo cual se le otorgó el valor más alto para este criterio.
		M	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%	Se considera que las medidas pueden evitar la afectación al paisaje con una correcta gestión de los residuos y medidas que prevengan la ocurrencia de eventos de riesgo, sin embargo, se considera que las medidas tengan una efectividad moderada puesto que es inevitable la presencia de maquinaria durante la construcción y en caso de mantenimientos y durante la etapa de desmantelamiento y abandono, así mismo es inevitable el cambio en la calidad del paisaje por la remoción de la vegetación, sin embargo la calidad pasará de ser alta a media, así mismo, es importante considerar que el Proyecto es en su mayor parte subterráneo, por lo cual la afectación al paisaje es menor una vez que el Proyecto se encuentre en operación.
SOC2. Afectación a la integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el	En caso de fuga de gas natural con posibilidad de incendio o explosión en la etapa de operación y mantenimiento con afectación a las personas,	I	Moderada: el componente ambiental presenta algunos cambios en su estado anterior sin perderlos por completo, entre un 25 y 74%.	En caso de ocurrencia de un evento de riesgo, se afectaría el AP y AI, sin que exista una pérdida total de los recursos.

Clave y denominación del impacto	Descripción	Criterio	Valoración	Justificación
área de influencia del Proyecto.	población, impacto ambiental e infraestructura de equipos.	E	Local: cuando afecta en las áreas adyacentes al área del Proyecto.	En caso de ocurrencia de un evento de riesgo, se afectaría el AP y AI, sin que exista una afectación regional, es decir, no se rebasará el AI.
		D	Corta: cuando los impactos sólo se presentan durante una etapa del Proyecto.	Aunque el riesgo es latente durante toda la etapa de operación del Proyecto, en caso de ocurrir el efecto será temporal, dado que pasado cierto tiempo los recursos afectados podrán ser recuperados, tiempo que no rebasará la duración total de la etapa de operación y mantenimiento.
		S	Nula: cuando no se presentan interacciones entre impactos	No se identificó interacción de este impacto con algún otro que genere un incremento en el mismo.
		A	Nula: cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	El Proyecto permanecerá como el único en el SAR como susceptible de ocasionar este impacto, con excepción de las secciones 4, 5, 21 y 22, que son tramos por donde pasan otros 2 gasoductos.
		C	No existe: cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional NO manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	Se cuenta con legislación en materia de regulación del riesgo por actividades del sector hidrocarburos como es el caso del Proyecto, entre la que se encuentra: - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente - NOM-007-ASEA-2016 Derivado de la aplicación de esta normatividad se generan los siguientes estudios: - Estudio de riesgo ambiental (ERA) - Programa de prevención de accidentes (PPA) - Programa de respuesta a emergencias (PRE) Así mismo, no se identifica conflicto por parte de la población respecto a la existencia de este potencial impacto.
		M	Baja. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %	Las medidas propuestas disminuyen al mínimo la existencia de este impacto, sin embargo, no es posible eliminarlo por completo, de manera que en caso de ocurrir las medidas de respuesta permitirán mitigarlo parcialmente.

Conforme a los valores asignados a cada criterio y una vez aplicadas las ecuaciones presentadas en el **Anexo V.1 Matriz impactos ambientales**, se obtuvieron los resultados por sección que se muestran en la siguiente matriz.

Tabla V.7. **Matriz de valoración de impactos (significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación).**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Sección 1																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 2																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Biótico	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 3																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 4																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	3	0	0.444	0.333	0.667	**0.582**	-	**MS**	2	0.194	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Biótico	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	1	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	-	**MS**	1	0.395	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 5																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	3	0	0.444	0.333	0.667	**0.582**	-	**MS**	2	0.194	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	1	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	-	**MS**	1	0.395	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 6																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 7																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 8																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 9																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 10																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	1.000	**0.000**	-	**NS**	0	0.000	**NS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 11																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	1.000	**0.000**	-	**NS**	1	0.000	**NS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 12																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	1.000	**0.000**	-	**NS**	1	0.000	**NS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 13																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 14																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 15																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	0	1	1	0	0	0	0.222	0.000	1.000	**0.222**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 16																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 17																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Biótico	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 18																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 19																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 20																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 21																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	3	0	0.444	0.333	0.667	**0.582**	-	**MS**	2	0.194	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	1	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	-	**MS**	1	0.395	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 22																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	1	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	-	**MS**	1	0.395	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 23																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	2	0	0.333	0.222	0.778	**0.426**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Biótico	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	0	1	1	0	1	0	0.222	0.111	0.889	**0.263**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 24																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Biótico	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 25																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Biótico	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 26																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	2	0.162	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	1	1	0	1	0	0.333	0.111	0.889	**0.377**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	1	3	0.778	0.778	0.222	**0.946**	-	**MMS**	2	0.315	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Biótico	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	1	2	0.444	0.444	0.556	**0.637**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	1	0	0.889	0.333	0.667	**0.924**	-	**MMS**	2	0.308	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	1	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	2	0.282	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	1	3	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	1	0.548	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	1	3	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	1	3	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															
Sección 27																		
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	1	2	1	0	2	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	1	0	1	0	2	0	0.222	0.222	0.778	**0.310**	-	**PS**	3	0.000	**NS**
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	3	1	3	3	2	3	0.778	0.889	0.111	**0.972**	-	**MMS**	2	0.324	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	2	1	1	2	2	0.444	0.556	0.444	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	2	1	3	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	3	2	3	2	2	0	0.889	0.444	0.556	**0.937**	-	**MMS**	2	0.312	**PS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	3	1	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	2	0.290	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	2	2	2	1	2	3	0.667	0.667	0.333	**0.874**	-	**MMS**	2	0.291	**PS**
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	2	2	3	1	2	0	0.778	0.333	0.667	**0.846**	-	**MMS**	1	0.564	**MS**
		Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	1	2	2	1	2	3	0.556	0.667	0.333	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	2	2	3	1	2	3	0.778	0.667	0.333	**0.920**	-	**MMS**	2	0.307	**PS**
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura	2	2	1	0	0	0	0.556	0.000	1.000	**0.556**	-	**MS**	1	0.370	**PS**

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de mitigación (M)	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
			y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia															

De acuerdo con la valoración realizada y como se resume en la siguiente tabla, se destaca lo siguiente:

- Bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que, en todas las Secciones, la mayoría de los impactos presentan un valor de muy significativo, seguido de los valores de moderadamente significativo y Significativo.
- Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los impactos cambian su nivel de significancia a poco significativos en todas las secciones, seguido de No significativo y Moderadamente significativo.

Tabla V.8. Comparación del número de impactos según su valor de significancia sin medidas y con medidas.

Sección	Significancia de los impactos sin medidas					Significancia de los impactos con medidas				
	NS	PS	MS	S	MMS	NS	PS	MS	S	MMS
Sección 1	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 2	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 3	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 4	0	0	4	1	9	5	7	2	0	0
Sección 5	0	0	4	1	9	5	7	2	0	0
Sección 6	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 7	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 8	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 9	0	0	4	1	9	5	7	2	0	0
Sección 10	1	1	3	2	7	6	6	2	0	0
Sección 11	1	1	3	2	7	6	6	2	0	0
Sección 12	1	1	3	2	7	6	6	2	0	0
Sección 13	0	0	4	1	9	5	7	2	0	0
Sección 14	0	0	4	1	9	5	7	2	0	0
Sección 15	0	2	3	1	8	5	7	2	0	0
Sección 16	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 17	0	0	4	1	9	5	7	2	0	0
Sección 18	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 19	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 20	0	0	4	1	9	5	7	2	0	0

Sección	Significancia de los impactos sin medidas					Significancia de los impactos con medidas				
	NS	PS	MS	S	MMS	NS	PS	MS	S	MMS
Sección 21	0	0	4	1	9	5	7	2	0	0
Sección 22	0	0	4	1	9	5	7	2	0	0
Sección 23	0	1	4	1	8	5	7	2	0	0
Sección 24	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 25	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 26	0	1	3	2	8	5	7	2	0	0
Sección 27	0	1	3	1	9	5	7	2	0	0

V.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL

A continuación, se presenta una descripción de los impactos adversos por componente ambiental, conforme a la caracterización y valoración presentada anteriormente. Las tablas de la matriz de significancia del impacto con y sin medidas para cada sección, se presenta en el **Anexo V.1 Matriz evaluación impactos hoja Resumen Valoración**.

V.3.1.1. AIRE.

Para el factor aire se identificaron 2 impactos ambientales que se presentarán en todas las secciones y etapas del **Proyecto**, afectando la calidad del aire y el nivel sonoro, estos son los siguientes:

- AIR1. Afectación de la calidad del aire.
- AIR2. Modificación del nivel sonoro.

La calidad del aire podrá verse afectada por la emisión de gases contaminantes producto de la combustión interna (diésel y gasolina) de los vehículos automotores y equipos que se encuentren operando durante las distintas actividades del **Proyecto**. Otro aspecto que afectará la calidad del aire será la dispersión de polvos, que ocurre principalmente, durante las actividades de desmonte, excavación, etc. en las etapas de preparación del sitio y construcción, así como por el paso de maquinaria y equipo por áreas de terracería durante las distintas etapas del **Proyecto**. Asimismo, durante la etapa de desmantelamiento y abandono, por la remoción de las instalaciones podrán generarse la dispersión de polvos.

De manera particular, durante la etapa de operación y mantenimiento se considera que durante el desarrollo de las actividades de transporte y mantenimiento pueden ocurrir emisiones de gas natural durante los mantenimientos programados y/o durante la atención de fugas.

Asimismo, se considera la posible contaminación atmosférica en caso de la ocurrencia de eventos de riesgo durante la etapa de operación y mantenimiento.

En el caso de la emisión de ruido, éste será producido por la operación de los vehículos automotores y maquinaria que sean empleados para las actividades del **Proyecto** en todas sus etapas.

De acuerdo con la valoración de los impactos, los impactos sobre la calidad del aire y nivel de ruido tendrán una significancia de "moderadamente significativo" en todas las secciones, sin la implementación de medidas de mitigación, mientras que considerando las medidas propuestas su significancia final será "No significativo".

V.3.1.2. SUELO

Se identificaron 2 impactos que afectarán las características fisicoquímicas y los procesos erosivos del suelo, estos son:

- SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.
- SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.

El impacto SUE1 se presentará en todas las secciones del **Proyecto** y etapas, debido a la posible contaminación del suelo en caso de derrame accidental de sustancias oleosas o hidrocarburos de los vehículos y maquinaria, así como por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos y aguas residuales).

El impacto SUE2 considera el incremento de la erosión debido a la remoción de la vegetación y modificaciones en la superficie, así como pérdida de suelo por la realización de excavaciones, de manera que se presentará en todas las secciones del **Proyecto**, presentándose en las etapas de preparación del sitio, construcción y desmantelamiento y abandono.

De acuerdo con la valoración realizada y como se resume en la siguiente tabla, el impacto SUE1 presenta un valor de significancia de "Poco significativo" en las secciones 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 24, 25, 26 y 27, mientras que el valor es de "Moderadamente significativo", en las Secciones 4, 5, 9, 13, 14, 17, 20, 21, 22 y 23; esta diferencia se debe a que en estas secciones se identificó un valor mayor para el criterio de acumulación, al identificarse en las secciones 9, 13, 14, 17, 20, 23, asentamientos humanos y actividades agrícolas; en las secciones 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 24, 25 se presentan solo actividades agrícolas como actividades que incrementan los impactos en la región; en la sección 21 se presentan actividades agrícolas, asentamientos humanos y proyectos similares; en las secciones 4, 5, 21 y 22 se tienen actividades agrícolas y proyectos similares, y finalmente en la sección 26 no se presentan actividades que puedan incrementar el impacto en la región. Sin embargo, con la implementación de medidas de mitigación, el impacto adquiere un valor de "No significativo" en todas las secciones del **Proyecto**.

El impacto SUE2 presenta un valor de "Muy Significativo" en todas las secciones, debido a que las acciones de construcción contempladas para las Secciones serán en áreas con vegetación, despalme y excavaciones, asi como considerarse que las acciones contempladas durante el eventual desmantelamiento y abandono también son susceptibles de incrementar la erosión. Sin embargo, con la implementación de medidas de mitigación y compensación, el impacto adquiere un valor de "Poco significativo" en todas las secciones.

V.3.1.3. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

Se identificó 1 impacto que incidirá sobre la calidad de los cuerpos de agua y escurrimientos superficiales presentes en el **AP** y **AI**:

- HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.

Este impacto podría presentarse como consecuencia de un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos (residuos sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos y aguas residuales) generados durante las diferentes etapas y actividades del **Proyecto** en todas las Secciones, presentando una valoración de

"Significativo" sin la implementación de medidas de prevención y mitigación. Sin embargo, con la implementación de medidas de mitigación y compensación, el impacto en las secciones adquiere un valor de "No significativo".

V.3.1.4. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

Se identifica 1 impacto que afectarán la infiltración en el **AP**, el cual es:

- HSUB1. Disminución de la infiltración.

El impacto HSUB1 es susceptible de presentarse en todas las Secciones durante la preparación del sitio, debido a la disminución de la infiltración de agua hacia los acuíferos por remoción de la vegetación y modificaciones en la superficie. La cantidad de agua que dejará de infiltrarse con este impacto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V.9. Disminución de la infiltración en el área del Proyecto.

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
Sección 1	Infiltración (I)	30,252,531.11	14.80%	2,357,219.72	14.80%	39,949.69	16.5%	29,134.17	12.02%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	30,241,715.58	0.04%	2,346,404.19	0.46%	-	-	10,815.53	27.07%
Sección 2	Infiltración (I)	41,329,565.79	13.83%	2,069,486.70	13.53%	38,795.95	16.5%	28,292.77	12.02%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	41,319,062.61	0.03%	2,058,983.53	0.51%	-	-	10,503.17	27.07%
Sección 3	Infiltración (I)	72,251,925.07	13.83%	2,205,586.72	14.20%	39,409.48	16.5%	28,740.21	12.02%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	72,241,255.80	0.01%	2,194,917.45	0.49%	-	-	10,669.28	27.07%
Sección 4	Infiltración (I)	52,838,915.12	13.80%	2,046,374.35	14.56%	36,294.77	16.5%	26,468.74	12.02%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	52,829,089.09	0.02%	2,036,548.32	0.48%	-	-	9,826.03	27.07%
Sección 5	Infiltración (I)	60,940,689.57	13.76%	2,153,174.24	13.22%	42,732.71	16.5%	31,163.74	12.02%
	Infiltración al remover la	60,929,120.60	0.02%	2,141,605.27	0.54%	-	-	11,568.97	27.07%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)	Volumen (m^3)	Porcentaje (%)
	vegetación en el AP								
Sección 6	Infiltración (I)	31,978,625.67	13.66%	2,290,120.98	14.09%	41,191.38	16.5%	30,039.69	12.02%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	31,967,473.98	0.03%	2,278,969.30	0.49%	-	-	11,151.69	27.07%
Sección 7	Infiltración (I)	40,134,677.44	13.82%	2,231,796.30	13.75%	41,177.37	16.5%	30,029.47	12.02%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	40,123,529.55	0.03%	2,220,648.41	0.50%	-	-	11,147.89	27.07%
Sección 8	Infiltración (I)	64,470,062.50	14.54%	2,471,559.30	14.82%	44,314.39	17.2%	32,802.45	12.71%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	64,458,550.57	0.02%	2,460,047.36	0.47%	-	-	11,511.94	25.98%
Sección 9	Infiltración (I)	38,226,717.88	15.36%	2,478,183.63	14.77%	46,747.45	17.2%	34,603.46	12.71%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	38,214,573.89	0.03%	2,466,039.63	0.49%	-	-	12,144.00	25.98%
Sección 10	Infiltración (I)	49,216,016.76	19.50%	4,422,034.80	19.61%	69,189.08	19.1%	53,028.84	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	49,199,856.52	0.03%	4,405,874.56	0.37%	-	-	16,160.24	23.36%
Sección 11	Infiltración (I)	60,340,744.20	19.95%	4,763,724.29	20.23%	69,145.89	19.1%	52,995.73	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	60,324,594.04	0.03%	4,747,574.13	0.34%	-	-	16,150.16	23.36%
Sección 12	Infiltración (I)	34,649,308.45	20.14%	5,390,808.34	20.22%	79,095.45	19.1%	60,621.41	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	34,630,834.41	0.05%	5,372,334.30	0.34%	-	-	18,474.04	23.36%
Sección 13	Infiltración (I)	35,485,801.35	15.93%	3,853,235.13	16.24%	69,819.83	19.1%	53,512.27	14.64%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m³)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	35,469,493.78	0.05%	3,836,927.56	0.43%	-	-	16,307.57	23.36%
Sección 14	Infiltración (I)	52,152,167.39	14.79%	3,850,047.34	14.61%	78,512.44	19.1%	60,174.57	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	52,133,829.53	0.04%	3,831,709.47	0.48%	-	-	18,337.87	23.36%
Sección 15	Infiltración (I)	47,731,557.30	16.57%	4,497,215.59	17.49%	76,350.94	19.1%	58,517.92	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	47,713,724.28	0.04%	4,479,382.57	0.40%	-	-	17,833.01	23.36%
Sección 16	Infiltración (I)	37,391,209.62	15.74%	2,871,856.91	16.08%	53,591.81	19.1%	41,074.56	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	37,378,692.38	0.03%	2,859,339.67	0.44%	-	-	12,517.24	23.36%
Sección 17	Infiltración (I)	57,968,938.92	15.42%	4,248,435.15	15.69%	82,509.41	19.1%	63,237.98	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	57,949,667.49	0.03%	4,229,163.72	0.46%	-	-	19,271.43	23.36%
Sección 18	Infiltración (I)	39,488,322.57	16.10%	4,353,650.47	15.87%	80,782.25	19.1%	61,914.23	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	39,469,454.55	0.05%	4,334,782.45	0.44%	-	-	18,868.02	23.36%
Sección 19	Infiltración (I)	40,600,662.79	15.16%	4,120,192.10	14.99%	80,799.62	19.1%	61,927.54	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	40,581,790.71	0.05%	4,101,320.02	0.46%	-	-	18,872.08	23.36%
Sección 20	Infiltración (I)	52,972,543.64	15.24%	4,401,581.08	16.04%	80,752.78	19.1%	61,891.65	14.64%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	52,953,682.51	0.04%	4,382,719.94	0.43%	-	-	18,861.14	23.36%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m³)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)
Sección 21	Infiltración (I)	36,325,062.20	13.15%	2,295,251.51	13.38%	41,602.11	15.4%	29,579.52	10.98%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	36,313,039.62	0.03%	2,283,228.93	0.53%	-	-	12,022.58	28.90%
Sección 22	Infiltración (I)	26,178,657.23	13.32%	2,042,991.27	13.26%	37,720.09	15.4%	26,819.37	10.98%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	26,167,756.51	0.04%	2,032,090.55	0.54%	-	-	10,900.72	28.90%
Sección 23	Infiltración (I)	54,143,575.63	13.28%	1,971,723.98	13.50%	34,840.65	15.4%	24,772.06	10.98%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	54,133,507.04	0.02%	1,961,655.39	0.51%	-	-	10,068.59	28.90%
Sección 24	Infiltración (I)	61,404,240.89	13.66%	2,065,680.57	13.56%	36,192.12	15.4%	25,732.97	10.98%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	61,393,781.74	0.02%	2,055,221.42	0.51%	-	-	10,459.15	28.90%
Sección 25	Infiltración (I)	81,126,053.28	13.66%	1,953,115.14	13.66%	33,978.33	15.4%	24,158.94	10.98%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	81,116,233.89	0.01%	1,943,295.75	0.51%	-	-	9,819.39	28.90%
Sección 26	Infiltración (I)	148,993,789.27	13.62%	2,045,736.59	13.69%	35,476.04	15.4%	25,223.83	10.98%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	148,983,537.06	0.01%	2,035,484.38	0.50%	-	-	10,252.21	28.90%
Sección 27	Infiltración (I)	147,156,478.53	13.04%	2,063,822.01	13.49%	36,373.66	15.4%	25,862.05	10.98%
	Infiltración al remover la vegetación en el AP	147,145,966.92	0.01%	2,053,310.39	0.51%	-	-	10,511.61	28.90%
TOTAL	Infiltración (I)	1,495,748,840.17	14.55%	81,514,604.17	15.50%	1,447,345.67	17.69%	1,082,320.13	13.23%
	Infiltración al remover la	1,495,383,814.64	0.02%	81,149,578.64	0.45%	-	-	365,025.53	25.22%

Sección	Indicador	SAR		AI		AP actual		AP al remover vegetación	
		Volumen (m³)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)	Volumen (m³)	Porcentaje (%)
	vegetación en el AP								

De acuerdo con la valoración realizada, el impacto HSUB1 presenta un valor de "Muy significativo" en todas las secciones, debido a que se removerá superficie con vegetación forestal, el cual es un factor importante en la captación de agua. Con la implementación de medidas de mitigación y compensación este impacto pasa a presentar un valor de "Poco significativo".

Respecto a la disminución de la infiltración, se tiene que el impacto adverso por la preparación del sitio y construcción del **Proyecto** para la sección 01 al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 39,949.69 m³ a 29,134.17 m³, representando una disminución de 27.07% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.04% y en el **AI** 0.46%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 02 al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 38,795.95 m³ a 28,292.77 m³, representando una disminución de 12.2% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.51%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 03 la infiltración cambiaría de 39409.48 m³ a 28,740.21 m³, representando una disminución de 12.02 % en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.01 % y en el **AI** 0.49%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

En la sección 04, la infiltración cambiaría de 36,294.77 m³ a 26,468.74 m³, representando una disminución de 9,826.03 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.48% y en el **AI** 0.02%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 05, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 42,732.71 m³ a 30,039.69 m³, representando una disminución de 11,568.97 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.02% y en el **AI** 0.54 %. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 06, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 41,191.38 m³ a 31,163.74 m³, representando una disminución de 27.07% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.49 %. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

En la sección 07, la infiltración cambiaría de 41,177.37 m³ a 30,029.47 m³, representando una disminución de 11,147.89 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.50%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 08, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 44,314.39 m³ a 32,802.45 m³, representando una disminución de 11,511.94 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.02% y en el **AI** 0.47%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 09, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 46,747.45 m³ a 34,603.46 m³, representando una disminución de 25.98% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.49%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

En la sección 10, la infiltración cambiaría de 69,189.08 m³ a 52,995.73 m³, representando una disminución de 23.36% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.37%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 11, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 69,145.89 m³ a 52,995.73 m³, representando una disminución de 23.36% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.34%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 12, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 79,095.45 m³ a 60,621.41 m³, representando una disminución de 23.36% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.05% y en el **AI** 0.34%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

En la sección 13, la infiltración cambiaría de 69,819.83 m³ a 53,512.27 m³, representando una disminución de 23.36% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.05% y en el **AI** 0.43%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

En la sección 14, la infiltración cambiaría de 78,512.44 m³ a 60,174.57 m³, representando una disminución de 18,337.87 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.04% y en el **AI** 0.48%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 15, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 76,350.94 m³ a 58,517.92 m³, representando una disminución de 17,833.01 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.04% y en el **AI** 0.40%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 16, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 53,591.81 m³ a 41,074.56 m³, representando una disminución de 23.36% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.44%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 17, la infiltración cambiaría de 82,509.41 m³ a 63,237.98 m³, representando una disminución de 19,271.43 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.46%.

Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

En la sección 18, la infiltración cambiaría de 82,509.41 m³ a 63,237.98 m³, representando una disminución de 23.36% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.46%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 19, la infiltración cambiaría de 80,799.62 m³ a 61,927.54 m³, representando una disminución de 18,872.08 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.05% y en el **AI** 0.46%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

En la sección 20, la infiltración cambiaría de 80,752.78 m³ a 61,891.65 m³, representando una disminución de 23.36% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.04% y en el **AI** 0.43%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 21, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 41,602.11 m³ a 29,579.52 m³, representando una disminución de 28.90% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.53%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 22, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 37,720.09 m³ a 26,819.37 m³, representando una disminución de 28.90% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.04% y en el **AI** 0.54%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

En la sección 23, la infiltración cambiaría de 34,840.65 m³ a 24,772.06 m³, representando una disminución de 28.90% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.02% y en el **AI** 0.51%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 24, la infiltración cambiaría de 36,192.12 m³ a 25,732.97 m³, representando una disminución de 10,459.15 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.02% y en el **AI** 0.51%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 25, la infiltración cambiaría de 33,978.33 m³ a 24,158.94 m³, representando una disminución de 9,819.39 m3 en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.01% y en el **AI** 0.51%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

En la sección 26, la infiltración cambiaría de 35,476.04 m³ a 25,223.83 m³, representando una disminución de 28.90% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.01% y en el **AI** 0.50%. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

Para la sección 27, al requerirse la remoción de la vegetación en el derecho de vía, la infiltración cambiaría de 36,373.66 m³ a 25,862.05 m³, representando una disminución de 28.90% en el **AP**, con relación al **SAR** representa una disminución de 0.03% y en el **AI** 0.49 %. Asimismo, podría modificarse la calidad del agua

subterránea por el manejo inadecuado de los materiales y residuos generados durante las etapas del **Proyecto**.

V.3.1.5. FLORA.

Se identificaron 3 impactos ambientales que afectarán la abundancia, diversidad, cobertura forestal y especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el área del **Proyecto** y su área de influencia, estos impactos son los siguientes:

- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestres.
- FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.
- FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.

El impacto FLO1 se presentará sólo en todas las Secciones, durante la etapa de preparación del sitio por remoción de la vegetación, afectando la abundancia y diversidad de los siguientes tipos de vegetación y superficie:

Tabla V.10. Vegetación forestal por afectar en el área del Proyecto.

Sección	Uso de suelo y vegetación de campo	Área en ha
Sección 01	Matorral desértico micrófilo	34.89
	Matorral desértico rosetófilo	34.88
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería	0.87
	Suma Sección 01	**70.65**
Sección 02	Matorral desértico micrófilo	46.15
	Pastizal halófilo	23.83
	Suma Sección 02	**69.98**
Sección 03	Matorral desértico micrófilo	31.38
	Pastizal halófilo	5.41
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	21.79
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	14.76
	Suma Sección 03	**73.34**
Sección 04	Matorral desértico micrófilo	16.30
	Pastizal halófilo	11.48
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	28.22

Sección	Uso de suelo y vegetación de campo	Área en ha
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	20.03
	Suma Sección 04	**76.03**
Sección 05	Matorral desértico micrófilo	32.43
	Vegetación halófila xerófila	31.27
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite	9.61
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	6.91
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	1.75
	Suma Sección 05	**81.98**
Sección 06	Matorral desértico micrófilo	50.44
	Pastizal halófilo	10.13
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	10.85
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	8.71
	Suma Sección 06	**80.13**
Sección 07	Matorral desértico micrófilo	58.45
	Pastizal halófilo	13.36
	Vegetación de galería	2.05
	Vegetación halófila xerófila	6.24
	Suma Sección 07	**80.10**
Sección 08	Matorral desértico micrófilo	37.31
	Pastizal halófilo	4.87
	Pastizal natural	13.94
	Vegetación halófila xerófila	4.33
	Vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo	11.15
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	3.26
	Suma Sección 08	**74.85**

Sección	Uso de suelo y vegetación de campo	Área en ha
Sección 09	Matorral desértico micrófilo	7.94
	Pastizal natural	52.87
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.86
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	1.38
	Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	22.80
	Suma Sección 09	**85.86**
Sección 10	Bosque de encino	7.45
	Bosque de encino-pino	47.81
	Pastizal natural	12.10
	Suma Sección 10	**67.36**
Sección 11	Bosque de encino	2.90
	Bosque de encino-pino	22.53
	Bosque de pino-encino	38.55
	Suma Sección 11	**63.99**
Sección 12	Bosque de encino	66.86
	Bosque de pino-encino	8.38
	Pastizal natural	3.23
	Suma Sección 12	**78.47**
Sección 13	Bosque de encino	37.55
	Bosque de pino-encino	0.16
	Bosque de táscate	19.77
	Matorral desértico micrófilo	1.86
	Pastizal natural	10.93
	Suma Sección 13	**70.27**
Sección 14	Bosque de encino	33.34

Sección	Uso de suelo y vegetación de campo	Área en ha
	Bosque de mezquite	0.77
	Matorral desértico micrófilo	43.79
	Suma Sección 14	**77.89**
Sección 15	Bosque de encino	29.76
	Matorral desértico micrófilo	27.08
	Pastizal natural	19.91
	Suma Sección 15	**76.76**
Sección 16	Bosque de encino	14.50
	Matorral desértico micrófilo	30.46
	Mezquital xerófilo	2.51
	Pastizal natural	0.08
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	5.15
	Suma Sección 16	**52.70**
Sección 17	Bosque de encino	11.73
	Matorral desértico micrófilo	46.47
	Mezquital xerófilo	2.83
	Pastizal natural	12.10
	Suma Sección 17	**73.13**
Sección 18	Bosque de encino	13.94
	Matorral desértico micrófilo	23.48
	Mezquital xerófilo	2.13
	Pastizal natural	0.02
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	38.06
	Suma Sección 18	**77.62**
Sección 19	Bosque de encino	3.40

Sección	Uso de suelo y vegetación de campo	Área en ha
	Matorral desértico micrófilo	28.76
	Matorral sarcocaule	1.85
	Mezquital xerófilo	1.75
	Pastizal natural	23.47
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	19.97
	Suma Sección 19	**79.20**
Sección 20	Bosque de encino	3.80
	Matorral desértico micrófilo	33.76
	Matorral sarcocaule	5.28
	Mezquital xerófilo	0.78
	Pastizal natural	21.29
	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	13.95
	Suma Sección 20	**78.87**
Sección 21	Matorral desértico micrófilo	60.13
	Mezquital xerófilo	8.86
	Vegetación de galería	0.69
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	11.86
	Suma Sección 21	**81.54**
Sección 22	Matorral desértico micrófilo	48.07
	Mezquital xerófilo	14.47
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2.53
	Suma Sección 22	**65.06**
Sección 23	Matorral desértico micrófilo	22.13
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	38.70
	Suma Sección 23	**60.83**

Sección	Uso de suelo y vegetación de campo	Área en ha
Sección 24	Matorral desértico micrófilo	25.58
	Matorral sarcocaule	32.70
	Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	13.49
	Suma Sección 24	**71.77**
Sección 25	Matorral sarcocaule	52.68
	Mezquital xerófilo	14.70
	Suma Sección 25	**67.39**
Sección 26	Matorral sarcocaule	63.04
	Mezquital xerófilo	7.31
	Suma Sección 26	**70.35**
Sección 27	Matorral sarcocaule	65.99
	Mezquital xerófilo	4.80
	Vegetación halófila xerófila	2.48
	Suma Sección 27	**73.28**
	Total	**1,979.39**

Como se puede observar en la tabla anterior, se afectará una superficie total con vegetación forestal de 1,979.39 has en todas las secciones del **Proyecto**, con impacto en vegetación de matorral desértico micrófilo rosetófilo y sarcocaule; vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería, de matorral desértico micrófilo y rosetófilo, de Mezquital Xerófilo, de bosque de mezquite, de bosque de Encino; Vegetación halófila xerófila y de galería; de Bosque de Encino, de bosque de encino-Pino, de bosque de Pino-Encino, de bosque de táscate y de bosque de mezquite.

El impacto FLO2 se presentará debido a la remoción directa de la vegetación en el **AP**, así como en caso de ocurrencia de eventos de riesgo que generen daños a la vegetación forestal presente en el **AI**. Aunado a lo anterior, este impacto afectará la prestación de servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno.

El impacto FLO3 se presentará debido a la remoción directa en el **AP** de ejemplares de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como endémicas, en las secciones 01 a la 09, 13 a la 27; así como por daños a estos en el **AI** en caso de ocurrencia de eventos de riesgo; entre las especies que resultarán afectadas en el **AP** se encuentran las siguientes:

Especies en riesgo: *Ferocactus cylindraceus, Glandulicactus uncinatus, Lophocereus schottii, Olneya tesota*

Especies endémicas: *Dasylirion acrotrichum*

De acuerdo con la valoración de los impactos, el impacto FLO1 sin considerar medidas de mitigación tiene una significancia de "Muy significativo" en todas las Secciones, lo cual se debe principalmente a la superficie forestal por afectar. Sin embargo, con la implementación de medidas la significancia de este impacto permanecerá como "Moderadamente significativo" en todas las secciones.

El impacto FLO2 presenta una significancia sin medidas de "Muy significativo" en todas las Secciones dado que la superficie con vegetación forestal por afectar es mayor que la superficie total de cada sección, respectivamente. Con la implementación de medidas de mitigación y compensación el impacto adquiere un valor de "Poco significativo" en todas las Secciones.

Respecto al impacto FLO3, presenta una significancia sin medidas de "Muy Significativo" en las secciones 01 a la 09 y 13 a la 27, ya que en dichas secciones se presentaron especies de flora en riesgo y endémicas, mientras que en las secciones 10, 11 y 12, no se tuvieron especies en riesgo o endémicas, por lo que su significancia fue de "No Significativo". Aunado a lo anterior, con la implementación de medidas, la significancia de este impacto adquiere un valor de "Poco Significativo", excepto en las secciones 10, 11 y 12, ya que dichas secciones siguen teniendo significancia de "No Significativo".

Respecto a las superficies forestales por afectar, la diversidad, especies en riesgo y prestación de servicios ambientales, en seguida se presenta una descripción detallada de los impactos sobre la vegetación por sección.

En la sección 01 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 70.65 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y vegetación secundaria arbustiva de bosque de galería para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, agricultura y asentamientos humanos también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar este uso.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,473.27 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 426,349.01 a 419,875.74 ton, lo que equivale a una reducción del 1.52%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 5,361,475.45 a 5,355,002.18 ton, equivalente a una reducción del 0.12%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 17,262.05 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,136,930.70 a 1,119,668.65 ton, equivalente a una reducción del 1.52%; mientras que, en el **SAR** pasará de 14,297,267.88 a 14,280,005.83 ton, equivalente a una reducción del 0.12%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial y la especie *Glandulicactus uncinatus* en estatus de Amenazada según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum*.

En la sección 02 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 69.98 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar este uso.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,283.31 ton de

CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 404,827.67 a 398,544.36 ton, lo que equivale a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 7,428,051.71 a 7,421,768.40 ton, equivalente a una reducción del 0.08%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 16,755.50 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,079,540.45 a 1,062,784.95 ton, equivalente a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** pasará de 19,808,137.89 a 19,791,382.39 ton, equivalente a una reducción del 0.08%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum* y *Eragrostis obtusiflora*.

En la sección 03 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 73.34 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo y micrófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar dichos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,532.38 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 429,643.66 a 423,111.28 ton, lo que equivale a una reducción del 1.52%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 14,743,570.68 a 14,737,038.30 ton, equivalente a una reducción del 0.04%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 17,419.68 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,145,716.44 a 1,128,296.76 ton, equivalente a una reducción del 1.52%; mientras que, en el **SAR** pasará de 39,316,188.48 a 39,298,768.79 ton, equivalente a una reducción del 0.04%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial y la especie *Glandulicactus uncinatus* en estatus de Amenazada según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum* y *Eragrostis obtusiflora*.

En la sección 04 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 76.03 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, agricultura y asentamientos humanos también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,183.89 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 399,528.61 a 393,344.72 ton, lo que equivale a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 10,854,102.24 a 10,847,918.36 ton, equivalente a una reducción del 0.06%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 16,490.37 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,065,409.61 a 1,048,919.25 ton, equivalente a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** pasará de 28,944,272.65 a 28,927,782.28 ton, equivalente a una reducción del 0.06%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial y la especie *Glandulicactus uncinatus* en estatus de Amenazada según la **NOM-**

059-SEMARNAT-2010; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum* y *Eragrostis obtusiflora*.

En la sección 05 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 81.98 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, agricultura y asentamientos humanos también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 7,231.13 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 424,518.25 a 417,287.12 ton, lo que equivale a una reducción del 1.70%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 12,310,897.91 a 12,303,666.78 ton, equivalente a una reducción del 0.06%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 19,283.01 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,132,048.66 a 1,112,765.66 ton, equivalente a una reducción del 1.70%; mientras que, en el **SAR** pasará de 32,829,061.09 a 32,809,778.08 ton, equivalente a una reducción del 0.06%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum, Atriplex barclayana, Mammillaria sheldonii,* y *Sideroxylon occidentale*.

En la sección 06 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 80.13 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo y vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,730.63 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 442,445.17 a 435,714.54 ton, lo que equivale a una reducción del 1.52%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 6,603,375.12 a 6,596,644.49 ton, equivalente a una reducción del 0.10%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 17,948.36 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,179,853.79 a 1,161,905.43 ton, equivalente a una reducción del 1.52%; mientras que, en el **SAR** pasará de 17,609,000.33 a 17,591,051.97 ton, equivalente a una reducción del 0.10%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum y Eragrostis obtusiflora.*

En la sección 07 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 80.10 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, vegetación de galería y vegetación halófila xerófila, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 7,027.30 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 462,615.97 a 455,588.68 ton, lo que equivale a una reducción del 1.52%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 8,085,432.59 a 8,078,405.29 ton, equivalente a una reducción del 0.09%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 18,739.46 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,233,642.59 a 1,214,903.14 ton, equivalente a una reducción del 1.52%; mientras que, en el **SAR** pasará de 21,561,153.56 a 21,542,414.11 ton, equivalente a una reducción del 0.09%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum, Atriplex barclayana, Mammillaria sheldonii, Sideroxylon occidentale, y Eragrostis obtusiflora.*

En la sección 08 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 74.85 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, vegetación halófila xerófila y vegetación secundaria arbustiva de mezquital xerófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,774.31 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 471,283.00 a 464,508.70 ton, lo que equivale a una reducción del 1.44%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 13,009,015.60 a 13,002,241.30 ton, equivalente a una reducción del 0.05%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 18,064.81 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,256,754.68 a 1,238,689.87 ton, equivalente a una reducción del 1.44%; mientras que, en el **SAR** pasará de 34,690,708.27 a 34,672,643.45 ton, equivalente a una reducción del 0.05%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum, Atriplex barclayana, Mammillaria sheldonii, Sideroxylon occidentale, y Eragrostis obtusiflora.*

En la sección 09 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 85.86 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo y de bosque de encino, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, agricultura y asentamientos humanos también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 8,054.10 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 515,930.17 a 507,876.06 ton, lo que equivale a una reducción del 1.56%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 9,039,348.31 a 9,031,294.20 ton, equivalente a una reducción del 0.09%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 21,477.60 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,375,813.78 a 1,354,336.17 ton, equivalente a una reducción del 1.56%; mientras que, en el **SAR** pasará de 24,104,928.81 a 24,083,451.21 ton, equivalente a una reducción del 0.09%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis, Adenophyllum cancellatum, Ceanothus buxifolius.*

En la sección 10 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 67.36 has, correspondientes a vegetación de bosque de encino y bosque de encino-pino, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 14,338.81 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 926,648.11 a 912,309.30 ton, lo que equivale a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 10,524,570.55 a 10,510,231.74 ton, equivalente a una reducción del 0.14%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 38,236.84 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 2,471,061.64 a 2,432,824.80 ton, equivalente a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** pasará de 28,065,521.47 a 28,027,284.63 ton, equivalente a una reducción del 0.14%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis, Adenophyllum cancellatum, Quercus macvaughii, Quercus sideroxyla, Pinus leiophylla, y Ceanothus buxifolius.*

En la sección 11 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 63.99 has, correspondientes a vegetación de bosque de encino, bosque de encino-pino y bosque de pino-encino, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 16,219.62 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 1,080,418.46 a 1,064,198.84 ton, lo que equivale a una reducción del 1.50%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 13,644,732.70 a 13,628,513.09 ton, equivalente a una reducción del 0.12%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 43,252.31 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 2,881,115.89 a 2,837,863.58 ton, equivalente a una reducción del 1.50%; mientras que, en el **SAR** pasará de 36,385,953.88 a 36,342,701.57 ton, equivalente a una reducción del 0.12%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis, Packera candidissima, Quercus macvaughii, Quercus sideroxyla, Pinus leiophylla, y Ceanothus buxifolius.*

En la sección 12 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 78.47 has, correspondientes a bosque de encino y bosque de pino-encino, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 18,470.58 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 1,163,310.70 a 1,144,840.12 ton, lo que equivale a una reducción del 1.59%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 7,477,857.85 a 7,459,387.28 ton, equivalente a una reducción del 0.25%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 49,254.88 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 3,102,161.86 a 3,052,906.98 ton, equivalente a una reducción del 1.59%; mientras que, en el **SAR** pasará de 19,940,954.28 a 19,891,699.40 ton, equivalente a una reducción del 0.25%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis, Adenophyllum cancellatum, Packera candidissima, Quercus macvaughii, y Ceanothus buxifolius.*

En la sección 13 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 70.27 has, correspondientes a vegetación de bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque de táscate y matorral desértico micrófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, agricultura y asentamientos humanos también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 11,983.73 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 774,184.01 a 762,200.28 ton, lo que equivale a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 6,475,315.03 a 6,463,331.30 ton, equivalente a una reducción del 0.19%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 31,956.63 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 2,064,490.70 a 2,032,534.07 ton, equivalente a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** pasará de 17,267,506.76 a 17,235,550.13 ton, equivalente a una reducción del 0.19%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis, Adenophyllum cancellatum, Packera candidissima, Havardia mexicana, Quercus macvaughii y Ceanothus buxifolius.*

En la sección 14 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 77.89 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, bosque de encino y bosque de mezquite, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, agricultura y asentamientos humanos también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,798.31 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 436,567.71 a 429,769.39 ton, lo que equivale a una reducción del 1.56%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 6,432,737.22 a 6,425,938.90 ton, equivalente a una reducción del 0.11%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 18,128.84 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,164,180.56 a 1,146,051.72 ton, equivalente a una reducción del 1.56%; mientras que, en el **SAR** pasará de 17,153,965.91 a 17,135,837.07 ton, equivalente a una reducción del 0.11%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis y Ceanothus buxifolius.*

En la sección 15 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 76.76 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo y bosque de encino, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 11,868.08 ton de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 770,050.15 a 758,182.07 ton, lo que equivale a una reducción del 1.54%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 8,054,994.79 a 8,043,126.71 ton, equivalente a una reducción del 0.15%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 31,648.21 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 2,053,467.07 a 2,021,818.85 ton, equivalente a una reducción del 1.54%; mientras que, en el **SAR** pasará de 21,479,986.11 a 21,448,337.89 ton, equivalente a una reducción del 0.15%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis Adenophyllum cancellatum y Ceanothus buxifolius.*

En la sección 16 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 52.70 has, correspondientes a vegetación de bosque de encino, matorral desértico micrófilo, mezquital xerófilo y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,868.37 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 434,364.43 a 427,496.06 ton, lo que equivale a una reducción del 1.58%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 5,950,946.79 a 5,944,078.42 ton, equivalente a una reducción del 0.12%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 17,598.21 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,158,305.15 a 1,140,706.93 ton, equivalente a una reducción del 1.52%; mientras que, en el **SAR** pasará de 15,843,796.24 a 15,826,198.03 ton, equivalente a una reducción del 0.11%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis Adenophyllum cancellatum, Brickellia spinulosa, Sideroxylon occidentale, y Ceanothus buxifolius.*

En la sección 17 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 73.13 has, correspondientes a vegetación de bosque de encino, matorral desértico micrófilo y mezquital xerófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 8,853.32 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 588,438.09 a 579,584.77 ton, lo que equivale a una reducción del 1.50%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 7,518,869.49 a 7,510,016.17 ton, equivalente a una reducción del 0.12%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 22,028.40 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,569,168.24 a 1,547,139.84 ton, equivalente a una reducción del 1.40%; mientras que, en el **SAR** pasará de 20,001,064.24 a 19,979,035.84 ton, equivalente a una reducción del 0.11%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis Adenophyllum cancellatum, Brickellia spinulosa, Sideroxylon occidentale, y Ceanothus buxifolius.*

En la sección 18 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 77.62 has, correspondientes a vegetación de bosque de encino, matorral desértico micrófilo, mezquital xerófilo y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 5,409.80 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 354,143.44 a 348,733.64 ton, lo que equivale a una reducción del 1.53%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 4,117,081.72 a 4,111,671.92 ton, equivalente a una reducción del 0.13%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 14,426.13 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 944,382.51 a 929,956.38 ton, equivalente a una reducción del 1.53%; mientras que, en el **SAR** pasará de 10,957,681.32 a 10,943,255.19 ton, equivalente a una reducción del 0.13%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, especie sujeta a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis Adenophyllum cancellatum, Brickellia spinulosa, Sideroxylon occidentale, y Ceanothus buxifolius.*

En la sección 19 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 79.20 has, correspondientes a vegetación de bosque de encino, matorral desértico micrófilo, matorral sarcocaule, mezquital xerófilo y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,986.36 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 473,689.29 a 466,702.93 ton, lo que equivale a una reducción del 1.47%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 6,559,120.35 a 6,552,133.99 ton, equivalente a una reducción del 0.11%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 11,958.44 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,263,171.44 a 1,251,212.99 ton, equivalente a una reducción del 0.95%; mientras que, en el **SAR** pasará de 17,490,987.60 a 17,479,029.16 ton, equivalente a una reducción del 0.07%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, *Lophocereus schottii y Olneya tesota*, especies sujetas a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis Adenophyllum cancellatum, Brickellia spinulosa, Pachycereus pringlei, Fouquieria columnaris, Sideroxylon occidentale, Jatropha cordata, Ceanothus buxifolius, Bursera laxiflora y Viscainoa geniculata.*

En la sección 20 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 78.87 has, correspondientes a vegetación de bosque de encino, matorral desértico micrófilo, matorral sarcocaule, mezquital xerófilo y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, asentamientos humanos y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 7,884.22 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 369,996.97 a 362,112.76 ton, lo que equivale a una reducción del 2.13%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 5,666,188.28 a 5,658,304.06 ton, equivalente a una reducción del 0.14%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 14,606.66 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 986,658.60 a 972,051.93 ton, equivalente a una reducción del 1.48%; mientras que, en el **SAR** pasará de 15,109,835.42 a 15,095,228.75 ton, equivalente a una reducción del 0.10%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, *Lophocereus schottii y Olneya tesota*, especies sujetas a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Agave palmeri, Yucca madrensis Adenophyllum cancellatum, Brickellia spinulosa, Pachycereus pringlei, Fouquieria columnaris, Jatropha cordata, Ceanothus buxifolius, Bursera laxiflora y Viscainoa geniculata.*

En la sección 21 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 81.54 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, mezquital xerófilo, vegetación de galería y vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, asentamientos humanos y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,841.84 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 441,507.84 a 434,666.00 ton, lo que equivale a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 7,057,529.56 a 7,050,687.72 ton, equivalente a una reducción del 0.10%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 18,244.91 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,177,354.24 a 1,159,109.32 ton, equivalente a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** pasará de 18,820,078.84 a 18,801,833.93 ton, equivalente a una reducción del 0.10%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, *Lophocereus schottii y Olneya tesota*, especies sujetas a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum, Brickellia spinulosa y Sideroxylon occidentale,*

En la sección 22 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 65.06 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, mezquital xerófilo y vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,213.67 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 393,814.30 a 387,600.63 ton, lo que equivale a una reducción del 1.58%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 5,077,146.42 a 5,070,932.75 ton, equivalente a una reducción del 0.12%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 16,569.79 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,050,171.47 a 1,033,601.68 ton, equivalente a una reducción del 1.58%; mientras que, en el **SAR** pasará de 13,539,057.12 a 13,522,487.33 ton, equivalente a una reducción del 0.12%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, *Lophocereus schottii y Olneya tesota*, especies sujetas a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum, Brickellia spinulosa, Sideroxylon occidentale,*

En la sección 23 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 60.83 has, correspondientes a vegetación matorral desértico micrófilo y vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, asentamientos humanos y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 5,667.62 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 365,375.66 a 359,708.04 ton, lo que equivale a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 10,458,910.95 a 10,453,243.33 ton, equivalente a una reducción del 0.05%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 15,113.65 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 974,335.09 a 959,221.44 ton, equivalente a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** pasará de 27,890,429.20 a 27,875,315.55 ton, equivalente a una reducción del 0.05%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, *Lophocereus schottii y Olneya tesota*, especies sujetas a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de la especie endémica *Adenophyllum cancellatum.*

En la sección 24 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 71.77 has, correspondientes a vegetación de matorral desértico micrófilo, matorral sarcocaule y vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 5,803.48 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 376,623.14 a 370,819.66 ton, lo que equivale a una reducción del 1.54%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 11,119,311.83 a 11,113,508.35 ton, equivalente a una reducción del 0.05%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 15,113.65 ton de

O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 974,335.09 a 959,221.44 ton, equivalente a una reducción del 1.55%; mientras que, en el **SAR** pasará de 27,890,429.20 a 27,875,315.55 ton, equivalente a una reducción del 0.05%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, *Lophocereus schottii y Olneya tesota*, especies sujetas a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum, Pachycereus pringlei, Fouquieria columnaris, Jatropha cordata, Bursera laxiflora y Viscainoa geniculata*

En la sección 25 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 67.39 has, correspondientes a vegetación de matorral sarcocaule y mezquital xerófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 5,447.35 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 353,857.64 a 348,410.29 ton, lo que equivale a una reducción del 1.54%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 15,010,542.31 a 15,005,094.96 ton, equivalente a una reducción del 0.04%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 14,526.27 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 943,620.37 a 929,094.11 ton, equivalente a una reducción del 1.54%; mientras que, en el **SAR** pasará de 40,028,112.83 a 40,013,586.56 ton, equivalente a una reducción del 0.04%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, *Lophocereus schottii y Olneya tesota*, especies sujetas a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum,* Brickellia spinulosa, *Pachycereus pringlei, Fouquieria columnaris, Sideroxylon occidentale, Jatropha cordata, Bursera laxiflora y Viscainoa geniculata*

En la sección 26 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 70.35 has, correspondientes a vegetación de matorral sarcocaule y mezquital xerófilo, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 5,628.00 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 366,144.80 a 360,516.80 ton, lo que equivale a una reducción del 1.54%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 27,255,500.40 a 27,249,872.40 ton, equivalente a una reducción del 0.02%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 15,008.00 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 976,386.13 a 961,378.13 ton, equivalente a una reducción del 1.54%; mientras que, en el **SAR** pasará de 72,681,334.40 a 72,666,326.40 ton, equivalente a una reducción del 0.02%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, *Lophocereus schottii y Olneya tesota*, especies sujetas a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum,* Brickellia spinulosa, *Pachycereus pringlei, Fouquieria columnaris, Sideroxylon occidentale, Jatropha cordata, Bursera laxiflora y Viscainoa geniculata*

En la sección 27 se realizará el cambio de uso de suelo forestal por remoción de la vegetación en una superficie de 73.28 has, correspondientes a vegetación de matorral sarcocaule, mezquital xerófilo y vegetación halófila xerófila, para convertirse en áreas desprovistas de vegetación; por otra parte, los usos de suelo correspondientes a pastizales, asentamientos humanos y agricultura también se verán afectados por la remoción de la vegetación en el caso de existir, por lo que, dejarán de presentar estos usos.

Con la remoción de la vegetación forestal se afectarán los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno. Respecto a la captura de carbono, en el **AP** se dejarán de captar 6,954.79 de CO2; en el **AI** la captura de CO2 pasará de 451,372.88 a 444,418.09 ton, lo que equivale a una reducción del 1.54%; mientras que, en el **SAR** la captura de CO2 pasará de 32,340,837.73 a 32,333,882.94 ton, equivalente a una reducción del 0.02%. Respecto a la generación de oxígeno, en el **AP** se dejarán de generar 18,546.11 ton de O2, en el **AI** la generación de O2 pasará de 1,203,661.01 a 1,185,114.91 ton, equivalente a una reducción del 1.54%; mientras que, en el **SAR** pasará de 86,242,233.95 a 86,223,687.84 ton, equivalente a una reducción del 0.02%.

Asimismo, con la remoción de la vegetación se afectarán a ejemplares de *Ferocactus cylindraceus*, *Lophocereus schottii y Olneya tesota*, especies sujetas a protección especial según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así como a ejemplares de las especies endémicas *Adenophyllum cancellatum,* Brickellia spinulosa, *Atriplex barclayana, Mammillaria sheldonii, Pachycereus pringlei, Fouquieria columnaris, Sideroxylon occidentale, Jatropha cordata, Bursera laxiflora y Viscainoa geniculata*

V.3.1.6. FAUNA.

Se identificaron 3 impactos susceptibles de afectar la abundancia, diversidad, hábitat y especies en riesgo o endémicas de la fauna silvestre presente en el área del **Proyecto** y su **AI**, estos son:

- FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.
- FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.

El impacto FAU1 se presentará en todas las Secciones del **Proyecto** durante todas las etapas, por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, equipos y personal; así como en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos o en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación y mantenimiento del **Proyecto** que afecte a ejemplares que pudieran estar presentes en el **AP** o en el **AI**.

El impacto FAU2 será generado por la remoción de vegetación en el **AP** durante la preparación del sitio y construcción; asimismo podrá presentarse en caso de ocurrencia de un evento de riesgo que dañe la vegetación presente en el **AI** durante la etapa de operación y mantenimiento.

El impacto FAU3 se presentará en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos o en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación y mantenimiento del **Proyecto**, en las Secciones 01 a 14, 16 a 22, 24 a 27 del área del **Proyecto**; entre las especies que podrían verse afectadas presentes en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentran las siguientes:

Especies en riesgo: *Masticophis flagellum, Uta stansburiana, Crotalus atrox, Crotalus lepidus, Crotalus pricei, Buteo swainsoni, Parabuteo unicinctus, Falco mexicanus.*

Especies endémicas: *Calocitta colliei*

De acuerdo con la valoración realizada, sin la implementación de medidas, se obtuvo que el impacto FAU1 y FAU2 serán "Muy significativos" en todas las secciones, debido a que se afectará superficie forestal, con lo cual el desplazamiento de fauna, la pérdida de hábitats y la posible afectación a individuos será mayor; asimismo, el impacto FAU3 en las secciones 04, 05, 09, 13, 14, 17, 20, 21, 22, 23 y 27 es "Muy significativo", en virtud de que en dichas secciones se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies endémicas, mientras que en las secciones 01, 02, 03, 06, 07, 08, 12, 16, 18, 19, 24, 25 y 26 será de "Significativo", ya que se registraron especies endémicas o especies listadas en la norma, mientras que en las secciones 15 y 23 la valoración será de "Poco Significativo" al no haber especies en la norma ni endémicas.

Por otro lado, considerando la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación, el impacto FAU1 pasará a ser "Poco significativo", el impacto FAU2 será "Moderadamente significativo", mientras que el impacto FAU3 será "No significativo" en todas las secciones.

Respecto a la afectación a la abundancia y diversidad, así como a especies en riesgo, en seguida se presenta una descripción generalizada por cada grupo taxonómico en el **AP**, **AI** y **SAR** para las especies más abundantes y las menos abundantes; dicho análisis a mayor detalle se presenta en la caracterización del Capítulo IV.

Para la herpetofauna, se tiene que las especies más abundantes fueron *Sceloporus clarkii, Phrynosoma modestum y Uta stansburiana,* las cuales tienen presencia tanto en el **AP**, **AI**, como en el **SAR**, registrándose 25 ejemplares de *Sceloporus clarkii* en el **AP**, 31 en el **AI** y 38 en el **SAR**, siendo dicha especie la más abundante en las 3 áreas; después le sigue la *especie Phrynosoma modestum* con 14 ejemplares en el **AP**, 16 en el **AI** y 21 en el **SAR**; asimismo, la especie *Uta stansburiana* tiene 14 registros en el **AP**, 17 en el AI y 19 en el **SAR**. Las especies menos abundantes fueron *Dryophytes wrightorum, Crotalus lepidus y Crotalus pricei*, teniendo que no se tuvo presencia en el **AP** de las especies *Dryophytes wrightorum y Crotalus lepidus*, pero si en el **AI** con 3 y 5 ejemplares, y en el **SAR** con 7 y 6 ejemplares respectivamente, mientras que la especie *Crotalus pricei* tuvo 3 ejemplares en el **AP**, 6 en el **AI** y 8 en el **SAR**.

En general, se registraron 9 especies de herpetofauna divididos en 79 ejemplares en el **AP**, 109 en el **AI** y 137 en el **SAR**, haciendo un total de 325 individuos, con 5 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde las especies *Masticophis flagellum* y *Uta stansburiana* se encuentran en estatus de Amenazada y con presencia en las 3 áreas, mientras que 3 especies están Sujetas a protección especial (*Crotalus atrox, y Crotalus pricei* con presencia en las 3 áreas, y *Crotalus lepidus* con presencia solo en el **AI** y **SAR**).

Con respecto a los mamíferos, se tiene que las especies que fueron más abundantes de acuerdo con los muestreos son *Lepus californicus y Sylvilagus audubonii* con presencia tanto en el **AP**, **AI** y **SAR**, donde la especie *Lepus californicus* tuvo 25 individuos en el **AP**, 34 en el **AI** y 40 en el **SAR**, y la especie *Sylvilagus audubonii* tuvo 21 ejemplares en el **AP**, 25 en el AI y 28 en el **SAR**. Asimismo, las especies que fueron menos abundantes en las 3 áreas fueron *Procyon lotor*, *Didelphis virginiana* y *Peromyscus maniculatus*, teniendo que la especie *Procyon lotor* solo tuvo 1 individuo en el **AP**, 7 en el **AI** y 12 en el **SAR**, mientras que las especies *Didelphis virginiana* y *Peromyscus maniculatus* no tuvieron individuos registrados en el **AP**, pero si en el **AI** con 9 y 10 ejemplares, y en el **SAR** con 14 y 12 ejemplares respectivamente.

De manera general, se tuvieron 12 especies registradas de mamíferos con un total de 524 individuos en las 3 áreas, divididos en 110 ejemplares en el **AP**, 185 en el **AI** y 229 en el **SAR**. De todos los registros, no se tuvo la presencia de ninguna especie que este listada en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con respecto a las aves, se tiene que las especies más abundantes registradas en los muestreos tanto en el **AP**, **AI** y **SAR** *son Zenaida asiática, Zenaida macroura* y *Amphispiza bilineata*, teniendo que para la especie *Zenaida asiática* se tuvieron 32 ejemplares en el **AP**, 11 en el **AI** y 27 en el **SAR**; la especie *Zenaida macroura* tuvo 15 ejemplares en el **AP**, 18 en el **AI** y 17 en el **SAR**; y la especie *Amphispiza bilineata* con 37 individuos en el **AP**, 25 en el **AI** y 37 en el **SAR**. Las especies menos abundantes fueron *Circus hudsonius, Anas crecca, Anas diazi, Anser caerulescens, Mareca americana, Mergus merganser, Spatula clypeata, Calidris himantopus, Calidris minutilla, Geococcyx californianus, Falco mexicanus, Callipepla gambelii, Calamospiza melanocorys, Passer domesticus* y *Polioptila melanura*, donde ninguna de estas especies tuvo presencia en el **AP**, mientras que en el **AI** se tuvieron las especies *Circus hudsonius* (1 individuo), *Anas crecca* (6 ejemplares), *Anser caerulescens* (20 individuos), *Geococcyx californianus* (3 ejemplares), *Callipepla gambelii* (1 ejemplar), Calamospiza melanocorys (1 individuo) y *Polioptila melanura* (1 individuo); y en el **SAR** solo se registraron las especies *Anas crecca* (5 ejemplares), *Anas diazi*, *Circus hudsonius* y *Polioptila melanura* (2 ejemplares cada uno), *Anser caerulescens, Mareca americana y Calamospiza melanocorys* (4 individuos cada uno), *Mergus merganser* (8 individuos) *Spatula clypeata*, *Calidris himantopus*, *Falco mexicanus, Callipepla gambelii* y *Passer domesticus* (1 ejemplar cada uno) y la especie *Calidris minutilla* (3 individuos).

En este sentido, se tuvieron registros de 61 especies con un total de 940 individuos, divididos en 41 ejemplares en el **AP**, 47 individuos en el **AP** y 399 en el **SAR**; asimismo se registraron 3 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, teniendo que *Parabuteo unicinctus y Buteo swainsoni* se encuentran en la categoría de Sujetas a protección especial con presencia en las 3 áreas, mientras que *Falco mexicanus* se encuentra como Amenazada y únicamente con registros en el **SAR**.

Para los quirópteros, se tiene que, para determinar su riqueza y abundancia, únicamente se establecieron cuatro puntos de monitoreo (dos en el estado de Chihuahua y dos más en Sonora), con un total de 234 individuos en los cuatro puntos, teniendo registros de las especies *Eptesicus fuscus, Eumops perotis, Lasiurus xanthinus, Mormoops megalophylla, Myotis auriculus, Myotis velifer, Nyctinomops femorosaccus, Nyctinomops macrotis* y *Tadarida brasiliensis*. Las especies más abundantes fueron *Eumops perotis* (55 individuos), *Nyctinomops macrotis* (52 registros) y *Tadarida brasiliensis* (92 individuos).

Para el estado de Chihuahua, en el primer punto de monitoreo se registraron 65 ejemplares: 2 de *Eptesicus fuscus,* 14 de *Mormoops megalophylla*, 1 de *Myotis velifer*, 21 de *Nyctinomops macrotis* y 27 de *Tadarida brasiliensis;* mientras que en el segundo punto se registraron 33 individuos: 6 de *Eumops perotis,* 2 de *Lasiurus xanthinus,* 13 de *Nyctinomops macrotis* y 12 de *Tadarida brasiliensis*.

Para el estado de Sonora, en el tercer punto de monitoreo se registraron 65 ejemplares: 31 de *Eumops perotis*, 1 de *Lasiurus xanthinus,* 2 de *Mormoops megalophylla*, 10 de *Nyctinomops femorosaccus,* 13 de *Nyctinomops macrotis* y 8 de *Tadarida brasiliensis;* mientras que en el cuarto punto se tuvieron 71 individuos: 18 de *Eumops perotis*, 1 de *Lasiurus xanthinus,* 1 de *Mormoops megalophylla,* 1 de *Myotis auriculus*, 5 de *Nyctinomops macrotis* y 45 de *Tadarida brasiliensis*.

Ninguna de las especies registradas en los 4 puntos se encuentra listada en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con respecto a la afectación de la fauna, se tiene que las especies que potencialmente podrían verse afectadas por el desarrollo del **Proyecto**, considerando que depende de la biología y etología de las especies presentes, es para ciertos anfibios, reptiles y mamíferos que tienen hábitos fosoriales[2] y/o de lento desplazamiento. En el caso de las aves sucede lo contrario, ya que éstas cuentan con una alta capacidad de

[22] Son aquellos animales que excavan y están adaptados para vivir en túneles bajo tierra. Generalmente estas especies huyen a sus madrigueras cuando se sienten amenazados.

desplazamiento, por lo que no sufrirían afectaciones o éstas, serían de forma indirecta. En este sentido, se identificaron aquellas especies que potencialmente podrían verse afectadas por el desarrollo del Proyecto, teniendo a *Dryophytes wrightorum, Masticophis flagellum, Sceloporus clarkia, Phrynosoma modestum, Uta stansburiana, Aspidoscelis inornatus, Crotalus atrox, Crotalus Lepidus, Crotalus pricei, Didelphis virginiana, Neotoma mexicana, Peromyscus maniculatus, Dipodomys merriami* y *Otospermophilus variegatus*.

En resumen, se tiene que en el **AP** se registraron 58 especies de tres categorías taxonómicas: reptiles, aves y mamíferos; pertenecientes a once órdenes y 31 familias. El grupo de las aves fue el más abundante y con la mayor riqueza registrada, seguido de los mamíferos.

En el **AI** se registró la presencia de 68 especies, pertenecientes a 4 categorías taxonómicas, 17 órdenes y 36 familias. El grupo de las aves fue el que presentó la mayor riqueza y abundancia; en el caso del grupo de anfibios, solo se registró una especie con tres avistamientos.

En el **SAR** se tuvo la presencia de 87 especies de cuatro categorías taxonómicas, a través de 999 registros. El grupo de los quirópteros fue el que presentó la mayor abundancia; mientras que el grupo de aves fue el que presentó la mayor riqueza; no obstante, solo se ratificó la presencia de una especie de anfibio con siete registros.

Considerando el total de especies registradas, sin dividirlas por grupo taxonómico, se obtiene un valor de diversidad alto, así como un valor de Simpson que indica una alta diversidad. De acuerdo con el índice de Shannon, el **SAR** es el más diverso, seguido del **AI** y **AP**. En lo que respecta al exponencial de Shannon (^{1}D), la diversidad es de 50 especies efectivas en el **SAR** y **AI**, y de 47 especies efectivas en el **AP**; mientras que, el índice de diversidad del inverso de Simpson indica un mayor número de especies efectivas en el **AI**, seguido del **SAR** y **AP** (39, 38 y 37, respectivamente).

V.3.1.7. PAISAJE.

Se identificó un impacto sobre este factor ambiental:

- PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**.

Este impacto es susceptible de presentarse en todas las secciones y etapas del **Proyecto** a causa de la remoción de la vegetación, la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, la inserción de las instalaciones superficiales del **Proyecto** y en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación.

De acuerdo con la valoración realizada, este impacto sin la implementación de medidas se califica como "Muy Significativo"; mientras que, con la implementación de medidas pasa a ser "Poco significativo" en todas las secciones. (**Tabla V.11**)

Tabla V.11. Significancia de los impactos identificados para el factor paisaje (MMS=muy significativo, S=significativo, PS=poco significativo).

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto sin medidas (por sección)																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto con medidas (por sección)																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS

Como se puede observar en la siguiente tabla, se realizó la valoración de la calidad y fragilidad paisajística de cada una de las unidades identificadas por Ecorregión del **Proyecto**, de acuerdo con la metodología señalada en el apartado de Paisaje del Capítulo IV; es asi como la valoración de los criterios que le confieren Calidad al paisaje por ecorregión presentará variaciones en "Morfología", "Vegetación", "Color" "Rareza" y "Actuación humana". Para la fragilidad, se presentarán variaciones en los criterios de "Estabilidad del suelo y erosionabilidad", "Potencia de regeneración de vegetación", "Diversidad de vegetación" y "Contraste suelo/vegetación".

A continuación, se explican los criterios de la valoración de la Calidad y de la Fragilidad y la capacidad del paisaje para absorber los cambios (CAV):

Con respecto a la calidad, se tiene que, en todas las ecorregiones los criterios de "Morfología", "Agua" y el criterio "Fondo escénico" permanecerán de la misma manera tanto en su calidad actual, como con el proyecto sin medidas. El criterio de "Vegetación" pasará de una valoración de 5 [Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución heterogénea (de alta diversidad)], a tener la valoración más baja, correspondiente a 1 (ninguna variedad o contraste en la vegetación). Para el criterio de "Color", solamente en las Ecorregiones 03 y 04 pasará de una valoración de 5 y 3 en su calidad actual respectivamente, a una valoración de 1 en cada una; para el criterio "Rareza", pasará de una valoración actual de 6 en las ecorregiones 01, 02, 03 y 05 y valoración de 2 en la ecorregión 04, a una valoración de 1 en cada una de las ecorregiones; y por último, el criterio de "Valoración humana" pasará de una valoración de 2 a una valoración de 0; dichos cambios se presentan por la remoción de la vegetación de las diversas áreas del **Proyecto**. (Tabla V.12)

Para la fragilidad y la CAV, se tiene que los criterios de "Pendiente" y "Contraste suelo/roca" se mantienen con las mismas valoraciones en todas las ecorregiones tanto en la situación actual, como con la implementación del proyecto sin medidas; sin embargo, para los criterios "Estabilidad del suelo y erosionabilidad", pasan de una valoración de 3 en todas las ecorregiones, a tener una valoración de 2 en las ecorregiones 01, 02 y 05, mientras que las ecorregiones 03 y 04 quedan con una valoración de 1; para el criterio "Potencia de regeneración de vegetación", los valores cambian para todas las ecorregiones de un 3, a un valor de 1; el criterio de "Diversidad de vegetación" los valores en todas las ecorregiones pasarán de un valor de 3 a un valor de 1; y finalmente, para el criterio "Contraste suelo/vegetación", la valoración pasará de 1 a un valor de 3 en todas las ecorregiones (Tabla V.13).

En este sentido, se tiene que la calidad en las Ecorregiones 01, 02 y 04 pasa de tener una calidad actual Media, a tener una calidad con proyecto Baja, y en las Ecorregiones 03 y 05 pasa de una calidad actual Alta, a una calidad con proyecto Baja; mientras que para la fragilidad y CAV, en las ecorregiones 01, 02 y 05 pasan de tener una clase Alta de CAV y Fragilidad Baja, a una clase y Fragilidad Media; y para las ecorregiones 03 y 04 pasan de una clase Baja de CAV y Alta de Fragilidad, a una clase de CAV Baja y fragilidad Alta, respectivamente, esto en virtud de la remoción de la vegetación forestal y las actividades que se desarrollarán.

Tabla V.12. Valoración de la calidad actual y con proyecto sin medidas por ecorregión.

Ecorregión	Calidad actual									Calidad con Proyecto en AP sin medidas								
	Morfología	Vegetación	Agua	Color	Fondo escénico	Rareza	Actuación humana	∑	Calidad actual	Morfología	Vegetación	Agua	Color	Fondo escénico	Rareza	Actuación humana	∑	Calidad con Proyecto
Ecorregión 01	1	5	0	1	0	6	2	**15**	**Media**	1	1	0	1	0	1	0	**4**	**Baja**
Ecorregión 02	1	5	0	1	3	6	2	**18**	**Media**	1	1	0	1	3	1	0	**7**	**Baja**
Ecorregión 03	5	5	3	5	3	6	2	**29**	**Alta**	5	1	3	1	3	1	0	**14**	**Baja**
Ecorregión 04	5	5	0	3	0	2	2	**17**	**Media**	5	1	0	1	0	1	0	**8**	**Baja**
Ecorregión 05	1	5	0	1	5	6	2	**20**	**Alta**	1	1	0	1	5	1	0	**9**	**Baja**

Tabla V.13. Valoración de la fragilidad y CAV actual y con proyecto sin medidas por ecorregión.

Unidad paisajística	CAV y fragilidad actual en el SAR									CAV y fragilidad en el AP con el Proyecto sin medidas								
	Pendiente (S)	Estabilidad del suelo y Erosionabilidad (E)	Potencia de regeneración	Diversidad de vegetación (D)	Contraste suelo /roca (	Contraste suelo / vegetación (V)	CAV	Clase de CAV	Fragilidad	Pendiente (S)	Estabilidad del suelo y Erosionabilidad (E)	Potencia de regeneración de vegetación (R)	Diversidad de vegetación (D)	Contraste suelo /roca (	Contraste suelo / vegetación (V)	CAV	Clase de CAV	Fragilidad
Ecorregión 01	3	3	3	3	3	1	**39**	**Alta**	Baja	3	2	1	1	3	3	**30**	**Media**	Media
Ecorregión 02	3	3	3	3	3	1	**39**	**Alta**	Baja	3	2	1	1	3	3	**30**	**Media**	Media
Ecorregión 03	1	3	3	3	3	1	**13**	**Baja**	Alta	1	1	1	1	3	3	**9**	**Bajo**	Alta
Ecorregión 04	1	3	3	3	3	1	**13**	**Baja**	Alta	1	1	1	1	3	3	**9**	**Bajo**	Alta
Ecorregión 05	3	3	3	3	3	1	**39**	**Alta**	Baja	3	2	1	1	3	3	**30**	**Media**	Media

Con respecto a la fragilidad y la capacidad del paisaje para absorber los cambios (CAV), se tiene que el criterio "Pendiente" permanece con un valor de 3 [Poco Inclinado (Pendiente de 0 - 25 %)] y el criterio "Contraste suelo/vegetación" tambien permanece con valor de 3 (contraste alto). La "Potencia de regeneración de vegetación" pasa de una valoración actual de 3 (potencial alto) a 2 (potencial moderado) con el proyecto sin medidas; la "Estabilidad del suelo y erosionabilidad" tiene una valoración actual de 3 (Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencia), mientras que con el proyecto sin medidas pasa a una valoración de 2 (Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial). La "Diversidad de vegetación" pasa de una valoración actual de 3 (diversificada) a una valoración con proyecto sin medidas de 1 (Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o monoespecífica), por la remoción de vegetación.

V.3.1.8. FACTORES SOCIOECONÓMICOS.

Se identificó el siguiente impacto sobre el factor socioeconómico:

- SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del **Proyecto** y su área de influencia.

Este impacto tiene la probabilidad de presentarse en todas las secciones del **Proyecto**, durante la etapa de operación y mantenimiento, en caso de fuga de gas natural con posibilidad de incendio o explosión con afectación a recursos naturales, población, infraestructura, equipos y bienes materiales.

De acuerdo con la valoración realizada, este impacto se califica como "Moderadamente significativo" sin la implementación de medidas, y como "Poco significativo" con la implementación de medidas de prevención y mitigación.

V.4. IMPACTOS ACUMULATIVOS

El Artículo 3°, fracción VII, del **REIA** describe un impacto ambiental acumulativo como: el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Para determinar los impactos ambientales acumulativos, definidos en el **REIA**, se ha considerado lo manifestado en el capítulo IV, en donde se realizó el análisis de los componentes y procesos abióticos y bióticos y se elaboró el diagnóstico ambiental del **SAR** ("línea base").

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la "línea base" originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del **Proyecto** como si éste fuera la única fuente de cambio en el **SAR**, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de fenómenos naturales u otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el **Proyecto** va a interactuar.

V.4.1. IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS ACUMULATIVOS POR OTRAS OBRAS Y ACTIVIDADES DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL

Como se menciona en el capítulo IV de la **MIA-R**, dentro del **SAR** existen los siguientes usos de suelo: agricultura de temporal anual, permanente y semipermanente; agricultura de riego permanente y semipermanente;

En cuanto a la vegetación encontramos los siguientes tipos: bosque de encino, encino-pino, de galería, de mezquite, de pino, pino-encino, táscate; matorral desértico micrófilo y rosetófilo, matorral sarcocaule y subtropical, mezquital xerófilo; vegetación de desiertos arenosos, de dunas costeras, de galería; vegetación halófila hidrófila y xerófila, en fases de vegetación primaria y secundaria. Finalmente, existen también áreas desprovistas de vegetación, áreas sin vegetación aparente y cuerpos de agua.

Con base en estos usos de suelo se considera que existen otras actividades en el **SAR** y **AI** que se encuentran modificando los factores ambientales evaluados en el presente capítulos, englobados en proyectos similares, asentamientos humanos y agrosistemas, los cuales se describen en seguida:

Proyectos similares: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan de proyectos de igual naturaleza que se encuentren dentro de la misma región contenida en el **SAR** delimitado en el capítulo IV.

Asentamientos urbanos: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan para un centro urbano, como vivienda, carreteras, infraestructura y equipamiento.

Agrosistemas: aquí se engloban los campos de agricultura. Las principales afectaciones que ocasionan son la reducción de la cobertura vegetal original para la creación de los campos de agricultura, la alteración de la calidad de suelo por los cultivos y la modificación del patrón hidrológico por la canalización de los escurrimientos para el riego de los campos de agricultura que se encuentran dentro del **SAR**. Dichos impactos identificados se suman a los generados por las actividades del **Proyecto** durante preparación del sitio y construcción, las cuales afectan los componentes mencionados principalmente con el uso de maquinaria y equipos y la generación de residuos durante las diferentes etapas del **Proyecto**.

Para determinar los componentes afectados previamente dentro del **SAR**, se realizó la siguiente matriz, en la cual se identifican los indicadores relacionados con obras y actividades existentes.

Así mismo, se asignó el valor de acumulación conforme al criterio de la **Tabla V.1.** Criterios básicos y complementarios. (en donde el impacto presenta un valor de 0 (nula): cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos, 1 (poca): cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental, 2 (media): cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente, 3 (alta): cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo componente).

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Tabla V.14. Matriz de interacción entre los componentes y factores ambientales en relación con las actividades presentes en el **SAR**.

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Sección 1							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Sección 2							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 3							

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
		especies de fauna silvestre.					
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 4							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦	♦	♦	3
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦	♦	♦	3
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características	♦	♦	♦	♦	3

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
		fisicoquímicas (calidad) del suelo.					
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦	♦	♦	3
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦	♦	♦	3
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦	♦	♦	3
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦	♦	♦	3
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦	♦	♦	3
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦	♦	♦	3
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦	♦	♦	3

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦	♦	♦	3
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦	♦	♦	3
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦	♦	♦	3
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.			♦	♦	1
Sección 5							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦	♦	♦	3
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦	♦	♦	3
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦	♦	♦	3

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦	♦	♦	3
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦	♦	♦	3
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦	♦	♦	3
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦	♦	♦	3
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦	♦	♦	3
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦	♦	♦	3
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦	♦	♦	3
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦	♦	♦	3

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦	♦	♦	3
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦	♦	♦	3
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.			♦	♦	1
Sección 6							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
	SEMARNAT-2010	en riesgo y endémicas.					
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 7							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
		paisaje en el AP y en el AI.					
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 8							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 9							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦		♦	2
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦		♦	2
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦		♦	2
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦		♦	2
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦		♦	2
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦		♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦		♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 10							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 11							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 12							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 13							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦		♦	2
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦		♦	2
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦		♦	2
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦		♦	2
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦		♦	2
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦		♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦		♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 14							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦		♦	2
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦		♦	2
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦		♦	2
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦		♦	2
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦		♦	2
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦		♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦		♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 15							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 16							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 17							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦		♦	2
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦		♦	2
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦		♦	2
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦		♦	2
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦		♦	2
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦		♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦		♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 18							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 19							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 20							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦		♦	2
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦		♦	2
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦		♦	2
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦		♦	2
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦		♦	2
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦		♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦		♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 21							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦	♦	♦	3
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦	♦	♦	3
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦	♦	♦	3
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦	♦	♦	3
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦	♦	♦	3
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦	♦	♦	3

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦	♦	♦	3
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦	♦	♦	3
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦	♦	♦	3
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦	♦	♦	3
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦	♦	♦	3
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦	♦	♦	3
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦	♦	♦	3

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.			♦	♦	1
Sección 22							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦	♦	♦	2
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦	♦	♦	2
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦	♦	♦	2
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦	♦	♦	2
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦	♦	♦	2
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦	♦	♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦	♦	♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦	♦	♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦	♦	♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦	♦	♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦	♦	♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦	♦	♦	2
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦	♦	♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.			♦	♦	1
Sección 23							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦		♦	2
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦		♦	2
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦		♦	2
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦		♦	2
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦		♦	2
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦		♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦		♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 24							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 25							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.		♦		♦	1
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.		♦		♦	1
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.		♦		♦	1
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.		♦		♦	1
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.		♦		♦	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.		♦		♦	1
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.		♦		♦	1
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.		♦		♦	1
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.		♦		♦	1
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.		♦		♦	1

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 26							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.				♦	0
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.				♦	0
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.				♦	0
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.				♦	0
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.				♦	0
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.				♦	0

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.				♦	0
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.				♦	0
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.				♦	0
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.				♦	0
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.				♦	0
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.				♦	0
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.				♦	0

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0
Sección 27							
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire.	♦	♦		♦	2
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	♦	♦		♦	2
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.	♦	♦		♦	2
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	♦	♦		♦	2
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	♦	♦		♦	2
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.	♦	♦		♦	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	♦	♦		♦	2
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	♦	♦		♦	2
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.	♦	♦		♦	2
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	♦	♦		♦	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Asentamientos humanos	Agrosistemas	Proyectos similares	Proyecto	Valor
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.				♦	0

Conforme a la tabla anterior, se observa que con excepción del impacto SOC2 todos los demás impactos son acumulativos (mismos que se enlistan en seguida), dado que actualmente existen otras actividades generadoras de impactos sobre los factores ambientales evaluados, principalmente relacionadas con asentamientos humanos, agrosistemas y proyectos similares.

- AIR1. Afectación de la calidad del aire.
- AIR2. Modificación del nivel sonoro.
- SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.
- SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.
- HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.
- HSUB1. Disminución de la infiltración.
- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
- FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.
- FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.
- FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.
- FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.
- PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**.

Para todos los impactos, se tiene que en las secciones 04, 05, 09, 13, 14, 17, 20, 21, 23, 27 se identifican otras actividades que afectan la calidad del aire (asentamientos humanos y agrosistemas), a las cuales, sumando las actividades del **Proyecto**, se tendrían 3 actividades afectando el mismo factor ambiental; así como el impacto HSUP1 en las secciones 01, 03 a la 23 y 25 a la 27 que son las secciones con escurrimientos superficiales y/o cuerpos de agua.

Sin embargo, todos estos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir su valor de significancia.

V.5. IMPACTOS SINÉRGICOS

El **REIA** en su Artículo 3°, fracción VIII, describe un impacto sinérgico como aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la

suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. También Gómez-Orea (2013) describe un impacto sinérgico como uno de los atributos que tiene mayores repercusiones en la gestión ambiental.

Por lo tanto, de conformidad con la **Tabla V.1. Criterios básicos y complementarios.** y la **Tabla V.6 ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**se identificaron los siguientes impactos sinérgicos, donde el impacto adquirió valores 0 (nula) cuando no se presentan interacciones entre impactos, tal como se presenta en el impacto HSUP1 en las secciones 02 y 24; 1 (ligera) cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas, 2 (moderada: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas) y 3 (fuerte: cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas).

Tabla V.15. Impactos sinérgicos por sección del **Proyecto.**

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Sección y valor de sinergia																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Suelo	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestres.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Sección y valor de sinergia																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

De conformidad con la tabla anterior, se identificaron 10 impactos ambientales sinérgicos, estos son los siguientes:

- SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.
- HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial (excepto secciones 2 y 24).
- HSUB1. Disminución de la infiltración.
- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
- FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.
- FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.
- FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.
- FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.
- PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.

Sin embargo, todos estos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir si valor de significancia.

V.6. IMPACTOS RESIDUALES

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del **SAR** reduzca su significancia. Sin embargo, pueden llegar a existir impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas y que son denominados residuales. Asimismo, el **REIA** en su Artículo 3°, fracción X, describe un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente de un proyecto sobre el ambiente.

Para el caso del **Proyecto**, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de Duración (D), definido como Extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del **Proyecto**, y adquiere valores entre 1 y 3 según lo señalado en la

Tabla V.7, donde los impactos residuales serían aquellos que adquiere el valor de 3, correspondientes a los que persisten durante toda la vida útil del Proyecto. De conformidad con la matriz de valoración se identificaron los siguientes impactos residuales:

Tabla V.16. Impactos residuales por sección del **Proyecto.**

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Sección																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
suelo	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestres.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Especies en la NOM-059-	FLO3. Afectación a individuos de especies	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Sección																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
	SEMARNAT-2010	de flora en riesgo.																												
fauna	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

De conformidad con la tabla anterior, en seguida se enlistan los 7 impactos residuales susceptibles de generarse por la implementación del **Proyecto**:

- SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.
- HSUB1. Disminución de la infiltración.
- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
- FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.
- FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.
- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.
- PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el **AP** y en el **AI**.

Sin embargo, todos estos impactos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación, lo cual permitirá disminuir si valor de significancia.

V.7. CONCLUSIONES.

Se identificaron 15 impactos ambientales sobre los factores aire, suelo, hidrología superficial, hidrología subterránea, flora, fauna, paisaje y medio socioeconómico: de los cuales 14 son negativos y sólo 1 es positivo, relacionado con generación de empleos, estos impactos son los siguientes:

AIR1. Afectación de la calidad del aire.

AIR2. Modificación del nivel sonoro.

SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.

SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.

HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.

HSUB1. Disminución de la infiltración.

FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.

FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.

FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.

FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.

FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.

FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.

PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.

SOC1. Incremento en las fuentes de empleo (impacto positivo).

SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia.

De acuerdo con la valoración realizada se destaca que bajo el escenario sin medidas de mitigación se observó que, en todas las Secciones, la mayoría son Muy significativos, teniendo solo los impactos AIR1, AIR2 Y SOC2 están como Moderadamente significativos, y para el impacto HSUP1 y algunas secciones del impacto FAU3 como Significativos.

Bajo el escenario con medidas de mitigación se observó que los impactos cambian su nivel de significancia a no significativos en todas las secciones para los impactos AIR1, AIR2, SUE1, HSUP1, FAU3 y para el impacto FLO3 en las secciones 10, 11 y 12; los impactos serán poco significativos en todas las secciones para los impactos SUE2, HSUB1, FLO2, FLO3 (excepto secciones 10, 11 y 12), FAU1, PAI1 y SOC2; y serán Moderadamente significativos en todas las secciones para los impactos FLO1 y FAU2. Los valores de significancia sin medidas y con medidas se resumen en las siguientes tablas:

Tabla V.17. Valor de significancia de los impactos identificados sin medidas.

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto sin medidas (por sección)																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	PS	PS	PS	MS	MS	PS	PS	PS	MS	PS	PS	PS	MS	MS	PS	PS	MS	PS	PS	MS	MS	MS	MS	PS	PS	PS	PS
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto sin medidas (por sección)																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	NS	NS	NS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	S	S	S	M MS	M MS	S	S	S	M MS	S	S	S	M MS	M MS	PS	S	M MS	S	S	M MS	M MS	M MS	PS	S	S	S	M MS
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto sin medidas (por sección)																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		del paisaje en el AP y en el AI																											
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS

Tabla V.18. Valor de significancia de los impactos identificados con medidas.

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto con medidas (por sección)																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Suelo	Características	SUE1. Afectación de las	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto con medidas (por sección)																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	fisicoquímicas	características fisicoquímicas (calidad) del suelo																											
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto con medidas (por sección)																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	NS	NS	NS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto con medidas (por sección)																									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		presentes en el área del Proyecto y su área de influencia																											

Los impactos con mayor valor de significancia sin medidas son SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo, HSUB1. Disminución de la infiltración, FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre, FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal, FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas, FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre, FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna, FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas y PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.

Por otro lado, los impactos con mayor valor de significancia una vez implementadas las medidas de mitigación son FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre y FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.

Se observa que con excepción del impacto SOC2, todos los demás impactos son acumulativos (mismos que se enlistan en seguida), dado que actualmente existen otras actividades generadoras de impactos sobre los factores ambientales evaluados, principalmente relacionadas con asentamientos humanos y agrosistemas.

- AIR1. Afectación de la calidad del aire.
- AIR2. Modificación del nivel sonoro.
- SUE1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del suelo.
- SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.
- HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.
- HSUB1. Disminución de la infiltración.
- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
- FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.
- FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.
- FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.
- FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.
- PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.

Se identificaron 10 impactos ambientales sinérgicos, estos son los siguientes:

- SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.
- HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.
- HSUB1. Disminución de la infiltración.
- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
- FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.
- FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.
- FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre.
- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.
- FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.
- PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.

Así mismo, se identificaron 7 impactos residuales susceptibles de generarse por la implementación del Proyecto:

- SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo.
- HSUB1. Disminución de la infiltración.
- FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre.
- FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal.
- FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas.
- FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna.

- PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI.

"PROYECTO STGN SIERRA MADRE (FRONTERA-PUERTO LIBERTAD)"

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

CAPÍTULO VI:

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

PROMOVENTE

TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE (TGSM), S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA:

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)

ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

ÍNDICE DE CONTENIDO

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental Regional 1

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 1

VI.2 Impactos ambientales identificados 2

VI.3 Proceso para mejorar y adoptar medidas 3

VI.3.1 Clasificación de las medidas de mitigación 4

VI.3.2 Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación 7

VI.4 Selección de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación 8

VI.5 Diseño e integración de las estrategias 15

VI.5.1 Descripción de las estrategias o sistema de medidas de mitigación 16

VI.5.1.1 Conservación de la calidad atmosférica 16

VI.5.1.2 Conservación de la calidad del agua y escurrimientos 18

VI.5.1.3 Conservación de las condiciones edáficas 20

VI.5.1.4 Conservación de los indicadores de biodiversidad 22

VI.5.1.5 Conservación de las condiciones paisajísticas 25

VI.6 Programa de vigilancia ambiental (PVA) 34

VI.6.1 Objetivo general 35

VI.6.2 Objetivos particulares 35

VI.6.3 Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental 35

VI.6.3.1 Meta 35

VI.6.3.2 Alcance 36

VI.6.4 Responsables de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental 37

VI.6.5 Seguimiento y control de la aplicación del PVA 39

VI.6.6 Reportes de seguimiento 41

VI.6.7 Cronograma de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación del Proyecto 41

VI.6.8 Programas que integran el PVA 43

VI.6.8.1 Programa de rescate y reubicación de flora 43

VI.6.8.2 Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna 46

VI.6.8.3 Programa de manejo integral de residuos 48

VI.6.8.4 Programa de mantenimiento y vigilancia sobre la franja de seguridad (Celaje) 50

VI.6.8.5 Programa de educación ambiental 51

VI.6.8.6 Acciones encaminadas a la conservación de suelos 52
VI.6.8.7 Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente 54
VI.7 Información necesaria para la fijación de montos y fianzas 55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1 Impactos ambientales descritos en el capítulo V 2
Tabla VI.2 Tabla de medidas resultante 9
Tabla VI.3 Medidas de mitigación seleccionadas para el Proyecto 14
Tabla VI.4 Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad atmosférica" 17
Tabla VI.5 Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad del agua" 19
Tabla VI.6 Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones edáficas" 21
Tabla VI.7 Descripción de la línea estratégica "Conservación de los indicadores de biodiversidad" 24
Tabla VI.8 Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones paisajísticas" 27
Tabla VI.9 Relación de los programas planteados, sus indicadores de éxito y resultados esperados 29
Tabla VI.10 Relación entre programas de ejecución y medidas particulares de aplicación 30
Tabla VI.11 Medidas de control, prevención, mitigación y compensación y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del Proyecto 41
Tabla VI.12 Indicadores de evaluación del programa de rescate y reubicación de flora 45
Tabla VI.13 Indicadores de evaluación del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna 46
Tabla VI.14 Indicadores de evaluación del programa de manejo integral de residuos 48
Tabla VI.15 Indicadores de evaluación del programa de mantenimiento y vigilancia sobre la franja de seguridad (Celaje) 50
Tabla VI.16 Indicadores de evaluación del programa de educación ambiental 52
Tabla VI.17 Indicadores de evaluación del programa de conservación de suelos 53
Tabla VI.18 Costos de referencia por sanciones o multas impuestas por daño ambiental 58
Tabla VI.19 Costos por acciones de restauración y remediación de suelos por derrames de materiales o residuos peligrosos 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1 Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental 40

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Las acciones implicadas en restaurar un área impactada conllevan un conjunto de medidas de manejo, que son aquellas que pueden aplicarse durante las diversas etapas que comprende un **Proyecto** (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono) y que tienen por objeto prevenir, atenuar o compensar los efectos negativos ocasionados al medio. Estas acciones de acuerdo con su carácter e importancia en la aplicación, así como a la relación con el impacto, se clasifican según Weitzenfeld (1996) en:

- **Preventiva (P)**: conjunto de actividades o disposiciones anticipadas, para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran causarse hacía un determinado recurso o atributo ambiental.
- **Mitigación (M):** conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.
- **Compensación (C)**: conjunto de acciones que compensan los impactos ambientales negativos, de ser posible con medidas de restauración o con acciones de la misma naturaleza (ie reforestación, creación de zonas verdes, compensaciones por contaminación, etc.).

Las acciones que en su conjunto se denominan medidas de manejo, son aquellas que pueden aplicarse para reducir los impactos negativos ocasionados al medio o a las condiciones ambientales. Se espera que estas medidas logren por lo menos alguno de los siguientes puntos:

- Evitar el impacto por completo al no realizar cierta actividad o reducir parcialmente la misma.
- Reducir el impacto limitando el grado o magnitud de la(s) actividad(es) y su realización (para lograrlo se sugiere la implementación de medidas preventivas).
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementan medidas de mitigación).
- Reducir o eliminar el impacto tras un periodo de tiempo mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida del **Proyecto** (al igual que en el punto anterior se sugieren las medidas de mitigación, así como de restauración).
- Compensar el impacto al remplazar o proporcionar recursos o ambientes sustitutos (en este caso se maneja por medio de medidas compensatorias).

Cabe aclarar que en la implementación de estas medidas se debe procurar el orden antes descrito (Canter, 1999). De esta forma se pretende asegurar la mínima afectación posible por las acciones del **Proyecto**, dando preferencia a evitar el impacto, sobre su reducción, rectificación y compensación.

Las medidas de mitigación, compensación y prevención son acciones de control ambiental que tienen la finalidad de reducir al mínimo los efectos negativos al ambiente y permitir la conservación de los componentes del medio natural para dar continuidad a la integridad del **SAR**.

Estas medidas se agrupan a través de programas específicos que se integran al Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**), para un mejor sistema de supervisión, monitoreo y vigilancia de los impactos ambientales adversos del **Proyecto.**

El área del **Proyecto** es una zona sumamente heterogénea, que, debido a la extensión del **Proyecto**, presenta una gran diversidad de tipos de uso de suelo y vegetación. Sin embargo, de acuerdo con lo descrito en el capítulo IV de la presente **MIA-R**, gran parte de la superficie a afectar cuenta con usos de suelo agrícolas. Sin embargo, existen zonas que presentan vegetación forestal, por lo que las medidas propuestas en este estudio son de mitigación y compensatorias (por ejemplo, Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna). Aunado a esto, la promovente llevará a cabo los estudios necesarios para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en las superficies que sea necesario.

VI.2 Impactos ambientales identificados

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales realizada en el capítulo V de esta MIA-R, se pronostica la posible ocurrencia de 15 impactos ambientales, de los cuales 14 se reconocen como impactos negativos y uno es un impacto positivo (Tabla VI.1).

Tabla VI.1 Impactos ambientales descritos en el capítulo V

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Signo del impacto	Impactos residuales
Abiótico	Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	-	
		Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro	-	
	Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	-	
		Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	-	✓
	Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	-	

Medio	Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Signo del impacto	Impactos residuales
	Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	-	✓
Biótico	Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	-	✓
		Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	-	✓
		Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	-	✓
	Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	-	
		Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	-	✓
		Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	-	
Perceptual	Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	-	✓
Socioeconómico	Factores socioeconómicos	Generación de empleos	SOC1. Incremento en las fuentes de empleo*	+	
		Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del **Proyecto** y su área de influencia	-	

En el presente capítulo se retoma esta relación de impactos, a partir de la cual se llevará a cabo el proceso de selección de medidas o acciones y la elaboración de las estrategias que atiendan en su totalidad a los impactos de carácter negativo y así asegurar la sostenibilidad del **Proyecto**. El esfuerzo se centra sobre los 15 impactos negativos que fueron identificados.

VI.3 Proceso para mejorar y adoptar medidas

La selección de las medidas que integrarán las estrategias se basó en un proceso de búsqueda de acciones que puedan prevenir, atenuar o compensar los distintos impactos ambientales, mediante la evaluación de su viabilidad, para lograrlo es necesario realizar:

- *Identificación de ideas/acciones*: a partir de la relación de impactos destacables que se identificaron en el capítulo V de esta MIA-R, se realizó una consulta a los expertos que participaron en el desarrollo de los distintos estudios que integraron la MIA, para elaborar un conjunto de posibles

acciones para prevenir, anular, revertir, mitigar o compensar los impactos ambientales, generando un total de tres posibles listados cuyo análisis y valoración se detalla en los siguientes párrafos.

- *Depuración:* Se evaluaron y analizaron cada una de las propuestas, para identificar cuál de las posibilidades resulta más viable, mediante los criterios de eficiencia, viabilidad técnica y viabilidad económica.
- *Selección:* a partir de la depuración se identificaron y seleccionaron las medidas que satisficieron los tres criterios de valoración aplicados.
- *Integración:* las medidas de mitigación que van dirigidas a un mismo elemento del **Proyecto** o a un factor ambiental se agruparon en estrategias que aseguren la viabilidad ambiental del **Proyecto**.
- *Descripción:* se realizó una descripción detallada de cada una de las estrategias adoptadas y se establecieron lineamientos para definir su orientación, momento de aplicación y su ámbito entre otras cosas.

Ya establecidas las estrategias con cada una de sus medidas o acciones, se prosiguió a la formulación e integración de un plan de manejo ambiental.

VI.3.1 Clasificación de las medidas de mitigación

Por sus características, las medidas de mitigación que se propondrán en este capítulo pueden clasificarse según su orientación, según su carácter, según la fase de desarrollo del **Proyecto**, de acuerdo al número de impactos que atenderá, según el signo del impacto, según el tipo y gravedad del impacto. Tal como se detalla a continuación:

a) De acuerdo a su orientación: En general las medidas se orientan a los tipos de impacto básicos que generará el **Proyecto**, por lo que habrá medidas para:

   - *Minimizar los insumos / influentes.*
   - *Minimizar los efluentes:* con medidas como: evitar, reciclar, recuperar, reutilizar y, solo si lo anterior no es posible, se toma la medida de *tratar los efluentes*, al final para evitar problemas ambientales.

   Para lograr cumplir con ambos objetivos existen tres opciones:

   - *Modificar los procesos operativos*: ahorrar materias primas, agua y energía, así como reducir la cantidad de efluentes y mejorar su calidad.
   - *Optimizar los procedimientos de operación y mantenimiento:* modificaciones en la organización y en las formas de operar; se trata de medidas rápidas, sencillas y de implantación poco costosas, por ejemplo, control de inventarios, mejora del transporte,

optimización del almacenamiento y manipulación de materiales y trabajos de mantenimiento.

- *Cambiar la localización del **Proyecto** o de alguno de sus elementos*. En ocasiones la prevención del impacto requiere un cambio del emplazamiento de algunos componentes del **Proyecto**, de alguno de sus elementos o de los lugares de aprovisionamiento o de vertido.

Las primeras dos opciones se dirigen a los impactos de sobreexplotación y contaminación, mientras que la tercera está dirigida a los impactos significativos de ocupación.

b) Según su carácter

- *Protectoras,* son medidas que tienen la finalidad de proteger ecosistemas, paisajes o elementos valiosos evitando los impactos que puedan afectarles y actuando, fundamentalmente, sobre la localización de la obra o de sus partes; así, por ejemplo, se protege un ecosistema valioso afectado por el paso del vial interno, desplazando su trazado; pero también puede protegerse por cambios en la tecnología, en el tamaño, en el calendario de construcción o de operación, en el diseño, en los materiales de construcción o en las materias primas para la operación, en la mano de obra, etc.
- *Correctoras,* corrigen el **Proyecto** para conseguir una mejor integración ambiental; para ello modifican el proceso productivo, introducen elementos no previstos: reducción de velocidad de los vehículos, normas de seguridad para reducir el riesgo de accidentes, actúan sobre la distribución de los elementos del **Proyecto**: disposición de residuos resguardados de los vientos para evitar arrastres eólicos, a sotavento de la dirección dominante de los vientos, por ejemplo.
- *Curativas,* prevén la intervención sobre ciertos impactos una vez producidos, por ejemplo, recuperación de suelos contaminados, tratamientos de áreas afectadas, etc.
- *Potenciativas,* favorecen los procesos naturales de regeneración: por ejemplo, tratamientos fortalecedores de la vegetación, etc.
- *Compensatorias,* se refieren, propiamente, a los impactos negativos residuales los cuales no admiten una corrección, de tal manera que sólo pueden ser compensados por otros efectos de signo positivo. Estos pueden ser de la misma naturaleza que el impacto que se compensa, por ejemplo, plantar en otro lugar las especies vegetales destruidas, o completamente distintos: compensar económicamente a las personas afectadas por el **Proyecto**.

c) Según las fases de desarrollo del **Proyecto**:

Las medidas pueden aplicarse en las distintas etapas de los estudios previos, ante**Proyecto** y **Proyecto**, así como durante las etapas de construcción, operación y abandono o desmantelamiento. Algunas medidas serán presupuestables, en cuyo caso deben integrarse en el seno del **Proyecto** con sus correspondientes partidas presupuestarias a través del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que se expone más adelante en este mismo capítulo.

Es importante señalar que la eficiencia de las medidas es mejor si se aplican durante las etapas tempranas del desarrollo, logrando así el evitar que se presenten importantes impactos secundarios, resultando así más eficaces. Por lo que lo más conveniente es realizarlas, en la medida de lo posible, al mismo tiempo que la obra sustantiva.

d) En cuanto al número de factores o impactos a que se dirigen:

- *Monovalentes o específicas:* están dirigidas a un solo impacto, caso poco frecuente dada la condición de sistema del **Proyecto**, del entorno y de la conjunción de ambos.
- *Polivalentes o que atienden a varios impactos a la vez:* esto es lo más común ya que corresponde al carácter interactuante de los factores ambientales. Las medidas protectoras y conservadoras del suelo protegen también la vegetación, las aguas, la fauna y el paisaje; la revegetación tiene efectos sobre el ruido, la erosión, el suelo, el paisaje, la fauna, las aguas, etc.
- *Sinérgicas:* se trata de cuando la acción combinada de varias medidas supera la suma de los efectos de cada una de ellas actuando aisladamente.

e) Atendiendo al signo del impacto:

- Dirigidas a *prevenir* o corregir los impactos negativos del **Proyecto**, en los párrafos anteriores.
- Dirigidas a *mejorar* los efectos positivos o introducirlos cuando no los haya: por ejemplo, aprovechar una medida anti ruido para mejorar la situación preexistente, etc.
- Dirigidas a *aprovechar* mejor las oportunidades que ofrece el medio para el funcionamiento del **Proyecto**.

f) Según el tipo y gravedad del impacto:

- *Obligatorias,* medidas que se aplican a impactos corregibles y ambientalmente inadmisibles.
- *Convenientes,* corresponden a impactos corregibles y ambientalmente admisibles.

- *"Enmiendas a la totalidad"*, se dirigen a los impactos ambientalmente inadmisibles, sin posibilidad de corregirlos, de modificarlos o de evitarlos, por lo que exigen una modificación en profundidad de todo él, derivándolo hacia otras alternativas.

g) En cuanto a su ámbito:

- *Generales*: estas medidas se refieren al conjunto del espacio afectado y de las acciones de la obra, impactos genéricos, como la retirada y conservación de tierras vegetales, la revegetación, la construcción cuidadosa y limpia, etc.
- *Particulares:* se dirigen a impactos específicos en lugares concretos.

h) Atendiendo al objeto:

Estas medidas se enfocan a adoptar el punto de vista del usuario del **Proyecto**, evaluando los factores perjudiciales y potencializando los benéficos, mejorando las condiciones de seguridad, comodidad de funcionamiento, reducción de riesgos naturales, etc.

De acuerdo con lo anterior y con lo que dispone el reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, a lo largo de este capítulo se presenta y describe el proceso de identificación, diseño y definición de las estrategias y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, identificados en el capítulo V de esta MIA-R. Cabe mencionar, que para llevar a cabo el diseño de las mismas se consideró la información descrita en el capítulo II, la cual se refiere a la naturaleza del **Proyecto** y de este modo se identificaron las acciones que pudieran generar impactos ambientales sobre algún factor o subfactor ambiental en particular. De igual modo se consideró la caracterización y el diagnostico de cada uno de los factores del ambiente identificados en el capítulo IV.

Las medidas o acciones que se identifican en el presente capítulo, se pueden clasificar en medidas preventivas o de mitigación de acuerdo a su importancia en la prevención y mitigación de los impactos ambientales, que de acuerdo con el artículo 3° del reglamento de la LGEEPA en materia de EIA se definen del siguiente modo:

- *Medidas Preventivas:* son las acciones que el promovente debe ejecutar para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- *Medidas de Mitigación*: conjunto de acciones que debe llevar a cabo el promovente para atenuar los impactos y lograr el restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causara con la realización de un **Proyecto** en cualquiera de sus etapas.

VI.3.2 Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación

Durante la identificación y selección de las medidas se consideraron los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica

- Las medidas que se seleccionaron deben estar justificadas técnicamente y tener coherencia con los procesos constructivos, productivos del **Proyecto**, con el requerimiento de superficie, características de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.

- Eficacia y eficiencia ambiental
  - Se evalúa la capacidad que tiene la medida para abarcar y lograr los objetivos planteados que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.
- Viabilidad económica y financiera
  - La viabilidad económica se refiere a la relación entre costes y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el coste de la medida y las posibilidades presupuestarias del promotor.
- Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control
  - En la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar para garantizar su ejecución.

Los criterios anteriormente descritos resultaron fundamentales para la selección de las medidas de mitigación, de las que fueron propuestas por los diferentes profesionales que participaron en el estudio.

VI.4 Selección de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación

Como parte de la selección de medidas que podrían derivar de cada uno de los impactos negativos con potencial manifestación en el SAR e identificados en el capítulo V (Tabla VI.1), se aplicó un análisis de selección basado en los criterios descritos en la sección anterior.

La relación de impactos permitió la identificación de un conjunto de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, sin más límite que la lógica de cada planteamiento.

Posteriormente, en conjunto con los especialistas que participaron en todas las actividades técnicas de la MIA-R, se llevó a cabo el análisis para identificar aquellas medidas que fueran viables. El grupo fue analizando cada impacto y discutiendo las posibilidades de reconocimiento de medidas que ayudaran a prevenir, mitigar y/o compensar el efecto negativo o potencializar el efecto positivo de cada impacto, mismas que se nominaron como "medidas particulares".

Así, se integraron tres juegos de medidas posibles de aplicar y, en consecuencia, se desecharon aquellas otras que evidenciaron incongruencia o falta de vinculación con el impacto que se pretendía enfrentar. El

resultado alcanzado se detalla en la Tabla VI.3, donde se presentan las medidas seleccionadas por ser aquellas que satisfacen los cuatro criterios anteriormente señalados.

Tabla VI.2 Tabla de medidas resultante

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
Aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire	Impacto que puede presentarse por la generación de gases contaminantes por el empleo de vehículos y equipos que usen combustibles fósiles; por emisiones de gas natural debido a mantenimientos programados y/o durante la atención de fugas; por la dispersión de polvos debido al movimiento de tierras y tránsito de maquinaria y vehículos; y la posible contaminación atmosférica en caso de ocurrencia de eventos de riesgo durante la etapa de operación y mantenimiento.	**M1**: Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2**: Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M3**: Fuga de gas natural controlado, en caso de eventos extraordinarios de riesgo o paros programados se cuenta con un sistema de venteo de gas natural de manera gradual y segura en cada una de las secciones del gasoducto Frontera - Puerto Libertad y en las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M4**: Mantener cubierto el suelo extraído del DDV para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez colocado el ducto. **M5**. Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6**. Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.
	AIR2. Incremento del nivel sonoro	Incremento de los niveles de ruido debido al empleo de maquinaria y equipo para la ejecución de la preparación del sitio, construcción, mantenimientos y desmantelamiento.	**M1:** Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2:** Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M7:** Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos de las estaciones de compresión CS1 - CS2 - CS3 - CS4 y ERMyC Puerto Libertad. **M8**: Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.
Suelo	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	Disminución de la calidad del suelo por contaminación en caso de derrame accidental de sustancias oleosas o hidrocarburos de los vehículos y maquinaria, y por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos; así como modificaciones de sus propiedades físicas por remoción de suelo y compactación.	**M1:** Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2:** Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M9:** Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos. **M10:** Plan de atención a derrames de sustancias y combustibles, que se integra dentro del PMIR.
	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	Incremento de la erosión debido a la remoción de la vegetación y modificaciones en la superficie, así como pérdida de suelo por la realización de excavaciones.	**M4**: Mantener cubierto el suelo extraído del DDV para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez colocado el ducto. **M11:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible. **M20:** Acciones encaminadas a la conservación de suelos de conformidad al plano SM-0600-WOR-CV-DWG-00013-S_00-signed
Hidrología superficial	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	Impacto que podría presentarse como consecuencia de un incorrecto manejo de los residuos sólidos y líquidos generados durante las diferentes actividades del **Proyecto**.	**M1**: Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2**: Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M9:** Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos. **M10:** Plan de atención a derrames de sustancias y combustibles, que se integra dentro del PMIR.
Hidrología subterránea	HSUB1. Disminución de la infiltración	Disminución de la infiltración de agua hacia los acuíferos por remoción de la vegetación y modificaciones en la superficie.	**M11:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible. **M12**. Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV.
Flora	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	Impacto que se generará debido a las acciones de remoción de la vegetación.	**M12**. Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			M13. Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).
	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	Impacto que se presentará debido a la remoción directa de la vegetación en el AP y en caso de ocurrencia de eventos de riesgo que generen daños a la vegetación forestal presente en el AI.	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6**: Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M11**: Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible. **M12.** Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV. **M13.** Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).
	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	Impacto que se presentará debido a la remoción directa en el AP de ejemplares de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o daños a estos en el AI en caso de ocurrencia de eventos de riesgo.	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6**: Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M12.** Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV. **M13.** Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).
Fauna	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad	Impacto que se presentará en el área del **Proyecto** por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, equipos y personal; así como	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
	de especies de fauna silvestre	en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos o en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación del **Proyecto**.	(sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6:** Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M13.** Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV). **M14**. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	Impacto generado por la remoción de vegetación en el AP y en caso de ocurrencia de un evento de riesgo que dañe la vegetación presente en el AI.	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6**: Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M11**: Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible. **M12.** Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV. **M13.** Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).
	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas	Se presentará en caso de mortandad o daño accidental o intencional de los individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya sea por parte del personal, por el uso de maquinaria y vehículos o en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación del **Proyecto**.	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6:** Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			M13. Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV). **M14**. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
Paisaje	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	Impacto que se presentará a causa de la remoción de la vegetación, la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, la inserción de las instalaciones superficiales del **Proyecto** y en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación.	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6:** Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M7:** Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos de las estaciones de compresión CS1 - CS2 - CS3 - CS4 y ERMyC Puerto Libertad. **M11**: Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible. **M12**. Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV. **M13**. Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).
Social	SOC3. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del **Proyecto** y su área de influencia	En caso de fuga de gas natural con posibilidad de incendio o explosión en la etapa de operación y mantenimiento con afectación a los recursos naturales, población, infraestructura, equipos y bienes materiales.	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6:** Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M15**: Programa de prevención de accidentes autorizado por la ASEA en la etapa de operación.

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Descripción del impacto	Medidas mitigación
			M16: Programa de respuesta a emergencias de conformidad a las DACG's. **M17**: Programa de mantenimiento y vigilancia sobre el DDV (celaje). **M18**: Obtención de un seguro de daños responsabilidad civil y daños al ambiente de conformidad a los montos establecidos en las DACG's en la etapa de operación. **M19**: Obtener el dictamen de la unidad de verificación de conformidad a la integridad mecánica del ducto de acuerdo a la NOM-009-ASEA-2017.

El proceso de depuración seguido, aunque exhaustivo, ayuda a concentrar una serie de medidas de mitigación que se integraron en el PVA que se incluye en el capítulo VIII de la presente MIA-R como **ANEXO VI.1**.

Las medidas fueron analizadas según el alcance que se detectaba para cada una de ellas y, se agruparon en un conjunto más reducido que muestra el carácter polivalente de muchas de ellas, concluyendo en un conjunto de 19 medidas, definidas en esta MIA-R como medidas de aplicación obligatoria (Tabla VI.3).

Tabla VI.3 Medidas de mitigación seleccionadas para el Proyecto

Clave	Medida
M1	Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente
M2	Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostensibles.
M3	Fuga de gas natural controlado, en caso de eventos extraordinarios de riesgo o paros programados se cuenta con un sistema de venteo de gas natural de manera gradual y segura en cada una de las secciones del gasoducto Frontera - Puerto Libertad y en las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.
M4	Mantener cubierto el suelo extraído del DDV para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez colocado el ducto.
M5	Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros).
M6	Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.
M7	Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos de las estaciones de compresión CS1 - CS2 - CS3 - CS4 y ERMyC Puerto Libertad.

Clave	Medida
M8	Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.
M9	Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos.
M10	Plan de atención a derrames de sustancias y combustibles, que se integra dentro del PMIR.
M11	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.
M12	Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV.
M13	Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).
M14	Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
M15	Programa de prevención de accidentes autorizado por la ASEA en la etapa de operación.
M16	Programa de respuesta a emergencias de conformidad a las DACG's.
M17	Programa de mantenimiento y vigilancia sobre el DDV (celaje).
M18	Obtención de un seguro de daños responsabilidad civil y daños al ambiente de conformidad a los montos establecidos en las DACG's en la etapa de operación.
M19	Obtener el dictamen de la unidad de verificación de conformidad a la integridad mecánica del ducto de acuerdo a la NOM-009-ASEA-2017.
M20	Acciones encaminadas a la conservación de suelos de conformidad al plano SM-0600-WOR-CV-DWG-00013-S_00-signed

VI.5 Diseño e integración de las estrategias

Una vez concluido el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones aplicables al **Proyecto**, éstas se agruparon de acuerdo a lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias[1] que agrupan las medidas de mitigación, las cuales son:

1. Conservación de la calidad atmosférica;
2. Conservación de la calidad del agua y escurrimientos;

[1] Serie de acciones previamente analizadas, encaminadas hacia un fin determinado. RAE: Es un concepto regulable, conjunto de las reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento.

3. Conservación de las condiciones edáficas;
4. Conservación de los indicadores de biodiversidad;
5. Conservación de las condiciones paisajísticas.

VI.5.1 Descripción de las estrategias o sistema de medidas de mitigación

Al concluir el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables al **Proyecto**, éstas se agruparon de acuerdo a lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias que agrupan las medidas de mitigación.

Basándose en este ejercicio, se describen a continuación las estrategias de mitigación que se aplicarán para atenuar, disminuir o mitigar el efecto de los impactos ambientales negativos.

La descripción que se presenta sigue un esquema en el cual los impactos se agrupan por la incidencia hacia determinado factor y subfactor del ambiente y por la etapa del **Proyecto** en la cual se prevé pudieran registrarse los impactos destacables. En cada estrategia se incluyen las medidas orientadas a atender los impactos correspondientes.

De igual forma se citan los diferentes impactos que las diversas medidas se orientan a prevenir, evitar, regular, mitigar o compensar y, en cada caso se detalla el período de aplicación que se compromete para alcanzar los resultados esperados, mismos que habrán de ser reportados en los informes de seguimiento ambiental.

VI.5.1.1 Conservación de la calidad atmosférica

Como parte de las actividades que se realizaran durante la preparación del sitio y construcción, la calidad atmosférica podría alterarse de forma puntual y temporal, debido al tránsito vehicular y de maquinaria al levantarse partículas edáficas o bien por el incremento en los niveles sonoros; razón por la cual se plantea esta estrategia.

Mediante las acciones previstas para evitar la dispersión del suelo, se evitará incrementar la concentración de partículas suspendidas, aunque la presencia de material particulado sería temporal y local, por lo que no es un impacto que se extienda a grandes distancias.

Asimismo, para evitar incrementar la concentración de otros materiales, como gases provenientes de la combustión, el parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente. Mediante este trámite, también se verifican los niveles de emisión de ruido. De forma adicional, se prevé el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo, con la finalidad de evitar averías y fuentes potenciales de contaminantes.

Además, el personal de obra contará con el equipo de protección personal completo, considerando el trabajo que se encuentran desarrollando, como casco, chaleco, botas de seguridad, guantes y tapones auditivos para aquellos que se encuentren en áreas donde los decibeles sonoros son mayores.

Aunado a lo anterior, se implementará un sistema de venteo de gas natural de manera gradual y segura en cada una de las secciones del gasoducto Frontera – Puerto Libertad y en las estaciones superficiales; además de la implementación de sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión, así como el programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones superficiales.

Tabla VI.4 Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad atmosférica"

Estrategia 1	**Conservación de la calidad atmosférica**							
Impacto que atiende:	• Afectación de la calidad del aire. • Incremento del nivel sonoro.							
Factor Ambiental:	Aire		**Subfactor Ambiental:**		Calidad Nivel sonoro			
Fase de ejecución:	Preparación del sitio	✓	Construcción	✓	Operación y mtto.	✓	Abandono	✓
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad atmosférica", debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la concentración de partículas suspendidas o del confort sonoro debido a la presencia de maquinaria, vehículos y equipo, así como del personal de obra. Para lo cual se plantean las siguientes medidas.							
Medida (M): **Periodo de aplicación (A):**	M	Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente.						
	A	Durante todas las fases del **Proyecto** que involucren el acceso de vehículos y maquinaria al AP, así como el uso de equipo.						
	M	Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.						
	A	Durante la preparación del sitio y construcción, así como la etapa de abandono						
	M	Fuga de gas natural controlado, en caso de eventos extraordinarios de riesgo o paros programados se cuenta con un sistema de venteo de gas natural de manera gradual y segura en cada una de las secciones del gasoducto Frontera - Puerto Libertad y en las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.						
	A	Durante la etapa de operación y mantenimiento						
	M	Mantener cubierto el suelo extraído del DDV para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez colocado el ducto.						
	A	Durante la preparación del sitio y construcción						
	M	Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros).						

Estrategia 1	Conservación de la calidad atmosférica	
	A	Durante la etapa de operación y mantenimiento
	M	Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.
	A	Durante la etapa de operación y mantenimiento
	M	Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos de las estaciones de compresión CS1 - CS2 - CS3 - CS4 y ERMyC Puerto Libertad.
	A	Durante la etapa de operación y mantenimiento
	M	Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.
	A	Durante todas las etapas del **Proyecto** que involucren trabajos en sitios con altos niveles de generación de ruido
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental del aire y la protección hacia los trabajadores de la promovente y contratistas.	
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.	
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente aire, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que la capacidad de asimilación y dispersión de los contaminante generados por el uso de maquinaria y equipo mantenga su equilibrio dentro del ecosistema.	
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.	

VI.5.1.2 Conservación de la calidad del agua y escurrimientos

El objetivo principal de esta estrategia es mantener la calidad del agua y el curso de los escurrimientos, mediante buenas prácticas durante las etapas de desarrollo del **Proyecto**, el manejo adecuado de residuos y la construcción de obras. Principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se aplicarán las medidas contenidas en esta estrategia, considerando que las afectaciones se encuentran relacionadas con el manejo de residuos, el mantenimiento vehicular, de maquinaria y equipo y el diseño del **Proyecto**.

Durante la preparación del sitio y construcción, el parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible, esto con la finalidad de evitar que los hidrocarburos originen un deterioro de la calidad del agua, no solo en el AP sino en los cuerpos de agua que pueda haber en las inmediaciones. Asimismo,

cuando la maquinaria se encuentre estacionada y sin ser utilizada, o que no tenga una supervisión constante, se prevé la colocación de material impermeable debajo, lo que evitará que posibles derrames de hidrocarburos alcancen el suelo o escorrentías. Estas acciones se encuentran contenidas en las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo.

La capacitación constante al personal de obra ayudará a reducir la probabilidad de accidentes que provoquen el deterioro en la calidad del agua. Lo mismo acaece con el mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, siendo responsabilidad de cada contratista que se encuentre involucrada en las diferentes etapas del **Proyecto** y con lo cual se prevé detectar posibles averías que podrían originar afectaciones al factor hídrico.

Además, se presentan los lineamientos del programa de manejo integral de residuos, el cual contiene las acciones básicas que permitirán el manejo adecuado de éstos, así como la colocación de letrinas portátiles, cuyas aguas residuales que será generadas durante la etapa de preparación y construcción estarán a cargo de una empresa debidamente acreditada para el manejo, traslado y disposición de las mismas (**ANEXO VI.4**).

Por lo que se refiere a la infiltración, con el objetivo de conservar en la medida de lo posible los niveles de infiltración de agua se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorecerá la revegetación, principalmente de herbáceas en las áreas de ocupación temporal y en aquellas otras áreas donde sea posible, esta medida también contribuirá a reducir el posible incremento de erosión hídrica y eólica en el sitio de establecimiento del **Proyecto**. Al finalizar la etapa de abandono, de igual forma, se permitirá y promoverá la revegetación natural en el sitio abandonado.

Tabla VI.5 Descripción de la línea estratégica "Conservación de la calidad del agua"

Estrategia 2	**Conservación de la calidad del agua**							
Impacto que atiende:	• Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial. • Disminución de la infiltración							
Factor Ambiental:	Hidrología superficial Hidrología subterránea		**Subfactor Ambiental:**		Calidad Recarga de acuíferos (infiltración)			
Fase de ejecución:	Preparación del sitio	✓	Construcción	✓	Operación y mtto.	✓	Abandono	✓
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad hidrológica en el AP", debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la calidad del agua superficial debido a derrames potenciales de gasolina, diésel y aceites, así como por un mal manejo de residuos. Para lo cual se plantean las siguientes medidas.							
Medida (M): **Periodo de**	M	Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente.						
	A	Durante todas las etapas del **Proyecto** que involucren el uso de maquinaria y equipo al AP						

Estrategia 2	Conservación de la calidad del agua	
aplicación (A):	M	Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.
	A	Durante la preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de abandono
	M	Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos.
	A	Durante todas las etapas del **Proyecto**
	M	Plan de atención a derrames de sustancias y combustibles, que se integra dentro del PMIR.
	A	Durante todas las etapas del **Proyecto**
	M	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.
	A	Al finalizar la etapa de construcción y los siguientes años de la etapa de operación
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental de la hidrología y la protección hacia los escurrimientos intermitentes.	
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.	
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente hidrológico, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que la capacidad de infiltración y la calidad del agua superficial mantengan su equilibrio dentro del ecosistema.	
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.	

VI.5.1.3 Conservación de las condiciones edáficas

En esta estrategia se incluyen las medidas que evitarán afectaciones a las zonas adyacentes, debido a la remoción de vegetación, el tránsito vehicular, de personal o de maquinaria, que pudieran ocasionar un incremento en la susceptibilidad de erosión o bien propiciar la contaminación del suelo; por lo que, se identificaron seis medidas encaminadas a evitar, disminuir o compensar estas alteraciones durante las distintas etapas del **Proyecto**.

Como una primera acción se propone la delimitación de las áreas autorizadas, evitando ocasionar afectaciones a las zonas aledañas al **Proyecto** y a las áreas forestales existentes. El suelo extraído del DDV, cuando sea necesario, se mantendrá cubierto con la finalidad de evitar su dispersión por efecto eólico.

Asimismo, con la implementación del Programa de manejo integral de residuos (PMIR; **ANEXO VI.4**), se prevé mantener la calidad del suelo, evitando la contaminación por descargas de aguas residuales, por el

manejo inadecuado de residuos sólidos, el traslado y disposición final de éstos, poniendo énfasis a los residuos peligrosos. Se instalarán contenedores debidamente rotulados para la segregación de residuos, así como sanitarios portátiles en frentes de trabajo activos para evitar las deyecciones al aire libre que estas causen afectaciones al suelo, el mantenimiento y limpieza de éstos estará a cargo de empresas acreditadas, quienes se encargaran del traslado y disposición final de las aguas residuales.

Para evitar incidentes relacionados con vertidos de grasas, aceites o hidrocarburos por falta de mantenimiento de vehículos, equipo o maquinaria, se deberá verificar que éstos estén en condiciones óptimas; además, las reparaciones se realizarán tomando las precauciones necesarias que eviten derrames en el suelo. Ante la eventualidad de tener que realizar alguna reparación de emergencia o uso de hidrocarburos, los operadores de maquinaria o vehículos contaran con un kit antiderrames. Los residuos peligrosos resultantes de estas actividades, serán trasladados y dispuestos a través de una empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes.

Para mitigar el impacto de susceptibilidad de erosión se propone que, una vez finalizada la etapa de construcción, se favorezca la revegetación, principalmente de herbáceas, en aquellas áreas donde sea posible.

En conjunción estas medidas son eficientes considerando que la presencia de una cobertura vegetal no solo protege el suelo contra la erosión de impacto, sino que también brinda rugosidad al terreno por el que el flujo superficial viaja, reduciendo su velocidad y, por ende, su poder erosivo. Se prevé la construcción de cortacorrientes que permitan conducir el agua de lluvia a los drenajes naturales y/o a un terreno no modificado. Además, dependiendo de las condiciones de sitio se definirá el uso de canales colectores.

Así, esta estrategia agrupará seis medidas polivalentes específicas para atender total o parcialmente dos impactos destacables (Tabla VI.6).

Tabla VI.6 Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones edáficas"

Estrategia 3	**Conservación de las condiciones edáficas**							
Impacto que atiende:	• Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo • Incremento de la erosión y pérdida de suelo.							
Factor Ambiental:	Suelo		**Subfactor Ambiental:**		Características fisicoquímicas Pérdida de suelo (erosión)			
Descripción de la estrategia:	Los impactos relacionados con las características fisicoquímicas y la susceptibilidad de erosión pueden provocar una inestabilidad en los suelos, situación que puede afectar a otros componentes ambientales, por lo que las medidas propuestas se enfocan a evitar estas alteraciones durante la preparación del sitio, construcción y operación, de tal forma que las características edáficas se mantengan lo más similar posible que en la línea base (T_0) establecida en el capítulo IV.							
Fase de ejecución:	Preparación del sitio	✓	Construcción	✓	Operación y mtto.	✓	Abandono	✓
Medida (M):	M	Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente.						

Estrategia 3	**Conservación de las condiciones edáficas**	
Periodo de aplicación (A):	A	Durante todas las etapas del **Proyecto** que involucren el acceso de vehículos al AP
	M	Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.
	A	Durante la preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de abandono
	M	Mantener cubierto el suelo extraído del DDV para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez colocado el ducto.
	A	Durante la preparación del sitio y construcción
	M	Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos.
	A	Durante todas las fases del **Proyecto**, aunque el plan tendrá actividades específicas durante la construcción, las cuales serán diferentes durante la operación
	M	Plan de atención a derrames de sustancias y combustibles, que se integra dentro del PMIR.
	A	Durante todas las etapas del **Proyecto**
	M	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.
	A	Durante la etapa de construcción y primeros años de operación del **Proyecto**
	M	Acciones encaminadas a la conservación de suelos de conformidad al plano SM-0600-WOR-CV-DWG-00013-S_00-signed
	A	Durante la preparación del sitio y construcción, así como en operación y mantenimiento
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental edafológico a partir de la calidad y la pérdida de suelo.	
Eficacia:	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.	
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al componente edafológico, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo controlar la pérdida y mantener la calidad de suelo dentro del ecosistema.	
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.	

VI.5.1.4 Conservación de los indicadores de biodiversidad

Esta estrategia fue determinada considerando los impactos ambientales identificados que pudieran afectar los valores de diversidad vegetal y de fauna, ya sea de forma directa sobre los individuos de algunas de

las especies presentes en el área de establecimiento del **Proyecto**, o alterando consigo los valores de abundancia e índices de diversidad.

Para mitigar y/o compensar estos impactos, se prevé la instalación de señalización que regulen los límites de velocidad, no solo dentro del AP, sino en las vías alternas, aunado a que, por políticas de cada contratista, se deberá concientizar al personal de obra sobre la importancia de cuidar la flora y fauna silvestre, dentro y fuera de las áreas de las instalaciones de trabajo, además de la importancia de no circular en áreas fuera de las vialidades.

Con la finalidad de no causa afectaciones a individuos silvestres, se conformarán brigadas que se encargarán de realizar las actividades de rescate y reubicación tanto de fauna como de la flora presente en el área del **Proyecto**, incluyendo aquellas especies de lento desplazamiento y en el caso de la flora, de lento crecimiento (cactáceas), siguiendo los lineamientos establecidos en cada uno de los programas propuestos (**ANEXO VI.2** Programa de rescate y reubicación de flora y **ANEXO VI.3** Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna). Se considera que la selección adecuada del sitio de reubicación juega un papel importante para proveer oportunidades de supervivencia iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados ya que la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el AP se observaron también presentes en el SAR, por lo que se puede asegurar que el AP no es un sitio único o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio. Con base en el conocimiento y estudio de AP, AI y el SAR, así como con el conocimiento y experiencia en el manejo de la fauna, además del conocimiento de las especies recatadas y la adecuada selección de los sitios de reubicación se asegura que la fauna reubicada podrá tener las mismas oportunidades de sobrevivencia que tenía en su lugar de origen y además los individuos de fauna no serán sometidos al estrés innecesario.

En sentido estricto, con la ejecución pertinente y adecuada del programa de rescate y reubicación de fauna silvestre se estima que el total de los individuos de fauna presente en el área del **Proyecto** sobreviva; considerando que la primera acción será ahuyentar a los individuos faunísticos, con esta acción se busca asegurar su sobrevivencia de la fauna fuera del predio y aquellos individuos de fauna que no logren salir del AP por sus propios medios serán rescatados y reubicados por personal que cuente con los conocimientos y la experiencia necesaria, asimismo el personal estará equipado con los instrumentos y el materiales que contribuirán al adecuado manejo de los individuos de fauna, de esta forma se busca asegurar la sobrevivencia de todo los individuos faunísticos presente en el área del **Proyecto**.

Aunado a lo anterior, el **Proyecto** que nos ocupa es lineal y no se considera la colocación de cercos perimetrales, por lo que no se prevé la creación de efecto barrera, ni se impedirá el paso de los ejemplares de fauna. Durante la etapa de construcción del **Proyecto**, previo al inicio de obras, se revisarán aquellas zanjas que hayan quedado abiertas en busca de organismos que hayan caído de forma accidental, los cuales serán rescatados y reubicados previendo causar el menor estrés posible.

Al término de la etapa constructiva, se favorecerá la revegetación, principalmente de herbáceas, en aquellas áreas donde sea posible y durante la etapa de abandono se propiciará la revegetación natural en todas las áreas que fueron ocupadas por el **Proyecto**, para favorecer, mediante el proceso de sucesión natural, el establecimiento de una cobertura vegetal superficial similar a la de los predios adyacentes. Asimismo, considerando a la especie *Olneya tesota*, que se encuentra en la categoría de especie sujeta a protección especial (Pr; NOM-059-SEMARNAT-2010) y que de los ejemplares mayores a un metro no es posible asegurar su sobrevivencia si son trasplantados, se prevé que, por cada ejemplar adulto que sea removido, se plantarán tres ejemplares juveniles, esto es que se llevará a cabo una compensación 1:3 para esta especie en particular.

Para ello se diseñaron e integraron seis medidas de mitigación y compensación.

Tabla VI.7 Descripción de la línea estratégica "Conservación de los indicadores de biodiversidad"

Estrategia 4	**Conservación de los indicadores de biodiversidad**							
Impacto que atiende:	• Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre. • Disminución de la cobertura vegetal forestal. • Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas. • Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre. • Afectación al hábitat de las especies de fauna. • Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas.							
Factor	Fauna Flora		**Subfactor**	Abundancia y diversidad Cobertura vegetal forestal Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas Hábitat				
Fase de ejecución:	Preparación del sitio	✓	Construcción	✓	Operación y mtto.		Abandono	✓
Descripción de la estrategia:	La estrategia está diseñada para mantener las condiciones adecuadas para la conservación de la diversidad faunística y florística que podrían verse alterados a causa de los impactos ambientales adversos identificados para estos factores.							
Medida: M **Periodo de aplicación: A**	M	Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros).						
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento						
	M	Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.						
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento						
	M	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.						

Estrategia 4	**Conservación de los indicadores de biodiversidad**	
	A	Inicia en la última etapa de la fase constructiva y los siguientes años de la etapa de operación
	M	Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV.
	A	Durante las etapas de preparación y construcción del sitio
	M	Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).
	A	Durante todas las fases del **Proyecto**
	M	Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
	A	Durante las etapas de preparación y construcción del sitio, así como en la operación y mantenimiento
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental de la biodiversidad y la protección del hábitat permitiendo se mantenga la biodiversidad dentro del ecosistema.	
Eficacia	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.	
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación la biodiversidad y al hábitat, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que se mantenga la biodiversidad en el hábitat del ecosistema presente.	
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.	

VI.5.1.5 Conservación de las condiciones paisajísticas

La estrategia número 5 está encaminada a la "Conservación de las condiciones paisajísticas", debido a que las actividades inherentes al desarrollo del **Proyecto** pudieran afectar algunos elementos del paisaje, alterando consigo las características en el tiempo cero. La estrategia está formada por once medidas de prevención, mitigación y compensación.

En primera instancia, las actividades inherentes a la preparación y construcción del **Proyecto**, deberán realizarse exclusivamente en aquellas áreas que sean autorizadas en materia de IA, con esto se pretende no impactar áreas que aún conserven vegetación forestal. Asimismo, con la implementación del programa de manejo integral de residuos (**ANEXO VI.4**), se evitará que los materiales de construcción y los residuos generados (RSU, RP y RME) permanezcan por tiempos prolongadas en el AP y una vez que finalice la

etapa de preparación del sitio, se realizará la limpieza del AP, con la finalidad de mantener la calidad y visibilidad del paisaje, es decir, su condición escénica.

Aunado a lo anterior, se realizarán capacitaciones constantes al personal que labore en el **Proyecto**, con la intención de concientizarlos en temas referentes al manejo de residuos, orden y limpieza en los frentes de trabajo para mantener la calidad paisajística entre otros temas que favorezcan el cuidado del medio ambiente.

Retomando la información proporcionada en el capítulo V de la presente MIA-R, el impacto "Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI", fue evaluado como un impacto de carácter negativo, acumulativo y residual, toda vez que permanecerá a lo largo de la vida útil del **Proyecto**. Aunque no alcanzó una categoría de impacto significativo o relevante, toda vez que no cumple con los alcances de la hermenéutica de la definición establecida en la fracción IX, Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA.

Si bien no existe una única definición de paisaje el Convenio Europeo del Paisaje (Consejo de Europa (CEP), 2000) propone una definición con carácter integrador y transversal, indicando que se entiende el paisaje como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la acción y la interacción de factores naturales o humanos. Se trata quizás de una definición integradora y que hace referencia explícita a las tres características referidas previamente: componente físico, percepción y recurso.

Considerando la información presentada, es posible resumir que, el paisaje es un factor subjetivo en función de la apreciación del perceptor. Siguiendo el mismo orden de ideas, el paisaje actual del AP se compone de un mosaico de diferentes tipos de vegetación y usos de suelo, la modificación por la implementación del **Proyecto** considera la apertura del DDV, por lo que habrá remoción de vegetación y, aunque algunas áreas serán restauradas al finalizar la etapa constructiva, parte de esta superficie quedará sin vegetación.

En esta misma estrategia se integra el riesgo operativo, en el cual se considera la afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del **Proyecto** y su área de influencia; esto derivado de posible fuga de gas natural con posibilidad de incendio o explosión en la etapa operativa con afectación a los recursos naturales, población, infraestructura, equipos y bienes materiales.

En este caso se prevé la implementación de medidas encaminadas a evitar, prevenir o minimizar este posible impacto mediante la implementación de sistemas y dispositivos de seguridad, la implementación de un programa anual de mantenimiento y de prevención de accidentes, otro de respuesta a emergencias, de mantenimiento y vigilancia sobre el DDV (Celaje; **ANEXO VI.5**); además de la obtención de un seguro de daños, responsabilidad civil y daños al ambiente; así como el dictamen de la unidad de verificación de conformidad a la integridad mecánica del ducto.

Tabla VI.8 Descripción de la línea estratégica "Conservación de las condiciones paisajísticas"

Estrategia 5	**Conservación de las condiciones paisajísticas**							
Impacto que atiende:	• Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI • Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del **Proyecto** y su área de influencia							
Factor	Paisaje Social		**Subfactor**		Calidad visual Riesgo operativo			
Fase de ejecución:	Preparación del sitio	✓	Construcción	✓	Operación y mtto.	✓	Abandono	✓
Descripción de la estrategia:	La estrategia descrita en esta cédula, está diseñada para la conservación de las condiciones paisajísticas, toda vez que este factor puede verse afectado por un impacto ambiental adverso identificado. Asimismo, se integra el riego operativo determinado como un impacto adverso. En este sentido, la estrategia aquí abordada se compone de once diferentes medidas mitigación y de control.							
Medida: M **Periodo de aplicación: A**	M	Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros).						
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento						
	M	Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.						
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento						
	M	Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos de las estaciones de compresión CS1 - CS2 - CS3 - CS4 y ERMyC Puerto Libertad.						
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento						
	M	Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos.						
	A	Durante todas las fases del **Proyecto**, aunque el plan tendrá actividades específicas durante la construcción, las cuales serán diferentes durante la operación						
	M	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.						
	A	Al finalizar la etapa de construcción y los siguientes años de la etapa de operación						
	M	Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV.						
	A	Durante la preparación del sitio y construcción						
	M	Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).						
	A	Durante toda la vida útil del **Proyecto**						
	M	Programa de prevención de accidentes autorizado por la ASEA en la etapa de operación.						

Estrategia 5	**Conservación de las condiciones paisajísticas**	
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento
	M	Programa de respuesta a emergencias de conformidad a las DACG's.
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento
	M	Programa de mantenimiento y vigilancia sobre el DDV (celaje).
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento
	M	Obtención de un seguro de daños responsabilidad civil y daños al ambiente de conformidad a los montos establecidos en las DACG's en la etapa de operación.
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento
	M	Obtener el dictamen de la unidad de verificación de conformidad a la integridad mecánica del ducto de acuerdo a la NOM-009-ASEA-2017.
	A	Durante las etapas de operación y mantenimiento
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del **Proyecto** que podrían ocasionar afectaciones al componente ambiental paisajístico y social permitiendo se mantenga su integridad dentro del ecosistema.	
Eficacia	La ejecución de estas medidas asegura su eficacia, porque son técnica y ambientalmente viables, medibles y alcanzables durante las diferentes etapas del **Proyecto** mediante el seguimiento y supervisión ambiental.	
Eficiencia ambiental	La ejecución permitirá alcanzar la reducción, mitigación y minimización los posibles impactos de afectación al paisaje y social, que se puedan originar por el desarrollo del **Proyecto**, permitiendo que se mantenga la biodiversidad en el hábitat del ecosistema presente.	
Supervisión	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado conforme a lo establecido en el PVA de la promovente y los contratistas, quienes podrán reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los informes de cumplimiento y de las bitácoras, entre otros.	

Retomando la información precedente, como parte de las medidas propuestas se desarrollaron los lineamientos y acciones de cinco programas específicos (enunciados en su estrategia correspondiente), los cuales son:

1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora (**ANEXO VI.2**).
2. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna (**ANEXO VI.3**).
3. Programa de Manejo Integral de Residuos (**ANEXO VI.4**).
4. Programa de Mantenimiento y Vigilancia sobre la Franja de Seguridad (Celaje; **ANEXO VI.5**).
5. Programa de Educación Ambiental (**ANEXO VI.6**).

Así como la implementación de acciones específicas, acciones encaminadas a la conservación de suelos y actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos para contratistas y promovente.

Los programas formaran parte del Programa de vigilancia ambiental (PVA); los resultados esperados, así como los indicadores de éxito de estos programas (Tabla VI.9) están en función del factor objetivo de aplicación, por lo que los indicadores pueden ser cuantificables.

Tabla VI.9 Relación de los programas planteados, sus indicadores de éxito y resultados esperados

Programa	Indicador y evidencia de cumplimiento	Resultados esperados
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	˚ % de individuos rescatados listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicos con valor ecológico, medicinal o etnobotánico ˚ Sobrevivencia del 85% de los ejemplares rescatados y reubicados al término del periodo de 6 meses	Se espera reubicar a individuos rescatados de las especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, vulnerables de lento crecimiento y que tengan importancia por sus características ecológicas, medicinales o etnobotánicas; se busca minimizar el daño a las poblaciones presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos reubicados (85%) y mantener el número de ejemplares rescatados dentro del ecosistema a través de la reposición del número de individuos que no hayan sobrevivido posterior a su reubicación y durante su rescate. Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos reubicados, evitando causar daño excesivo durante el trasplante. Asimismo, aquellos elementos de crecimiento arbóreo, como el palo fierro (*Olneya tesota*), que se encuentra en la NOM-059, y cuyas dimensiones impidan su rescate, se hará la compensación 1:3, esto es que, por cada elemento adulto, se colocarán tres juveniles.
Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna	˚ % de ejemplares de lento desplazamiento rescatados y reubicados ˚ Bitácora de rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de ejemplares de lento desplazamiento o fosoriales presentes en el AP. La reubicación se realizará en zonas fuera de la construcción; lo cual será reforzado mediante la concientización ambiental de los trabajadores.
Programa de Manejo Integral de Residuos	˚ Bitácoras de residuos ˚ Manifiestos de traslado y disposición final ˚ Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AP ˚ Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final ˚ N° de derrames atendidos de manera correcta	Con la aplicación del presente programa se pretende tener un control de los residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto**. Además de un manejo adecuado a cada uno de los residuos producidos, mediante la clasificación y un resguardo adecuado. En caso de derrames accidentales, correcta aplicación de las medidas propuestas.
Programa de Mantenimiento y Vigilancia sobre la Franja de Seguridad (Celaje)	˚ Bitácoras de supervisión ˚ Bitácoras de mantenimiento con forme al programa anual establecido ˚ Bitácoras de deshierbe y retiro de vegetación ˚ Evidencia fotográfica de las actividades realizadas	Mediante la aplicación de este programa se espera que no existan eventos de alto riesgo en el ducto, considerando las actividades contempladas en el programa.
Programa de Educación Ambiental	˚ Número de empleados capacitados ˚ Número de reportes por incumplimiento de las cuadrillas	Se espera que todo el personal involucrado en las distintas etapas del **Proyecto**, sea capacitado, con la finalidad de no causar afectaciones a los factores ambientales por la presencia de personal, maquinaria y vehículos.

Programa	Indicador y evidencia de cumplimiento	Resultados esperados
Acciones encaminadas a la conservación de suelos	˚ Superficie afectada y autorizada con buenas prácticas de control de erosión de conformidad al plano SM-0600-WOR-CV-DWG-00013-S ˚ Relación de acciones propuestas y realizadas	Con la aplicación de estas acciones se espera, por un lado, el mantener las condiciones de la capa edáfica presente en el AP y, por el otro, implementar actividades que detengan los procesos erosivos previstos en el DDV.
Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos para contratistas y promovente	˚ Número de vehículos que cuentan con documentación de mantenimiento correcto, reparaciones o mantenimiento brindado a la maquinaria, equipo o vehículos. ˚ Bitácoras de mantenimiento	Evitar o minimizar las afectaciones relacionadas con derrames potenciales de hidrocarburos por falta de mantenimiento a la maquinaria, equipo y vehículos; además de poder mantener a éstos en óptimas condiciones.

La relación de los programas con el impacto y la medida particular que atiende se enlista en la Tabla VI.10, agrupado por factor ambiental de incidencia.

Tabla VI.10 Relación entre programas de ejecución y medidas particulares de aplicación

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Medidas mitigación	Programa
Aire	AIR1. Afectación de la calidad del aire	**M1**: Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2**: Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M3**: Fuga de gas natural controlado, en caso de eventos extraordinarios de riesgo o paros programados se cuenta con un sistema de venteo de gas natural de manera gradual y segura en cada una de las secciones del gasoducto Frontera - Puerto Libertad y en las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M4**: Mantener cubierto el suelo extraído del DDV para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez colocado el ducto. **M5**. Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6**. Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.	Programa de Educación Ambiental Acciones Específicas Acciones de Mantenimiento de Maquinaria para contratistas y promovente
	AIR2. Incremento del nivel sonoro	**M1:** Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2:** Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M7:** Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos de las estaciones de compresión CS1 - CS2 - CS3 - CS4 y ERMyC Puerto Libertad. **M8**: Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.	Programa de Educación Ambiental Acciones encaminadas a la conservación de suelos Acciones Específicas

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Medidas mitigación	Programa
Suelo	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	**M1:** Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2:** Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M9:** Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos. **M10:** Plan de atención a derrames de sustancias y combustibles, que se integra dentro del PMIR.	Programa de Manejo Integral de Residuos Programa de Mantenimiento y Vigilancia sobre la Franja de Seguridad (Celaje) Programa de Educación Ambiental Acciones encaminadas a la conservación de suelos Acciones Específicas Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos para contratistas y promovente
	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	**M4**: Mantener cubierto el suelo extraído del DDV para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez colocado el ducto. **M11:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	Programa de Educación Ambiental Acciones encaminadas a la conservación de suelos Acciones Específicas
Hidrología superficial	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	**M1**: Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente. **M2**: Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas. **M9:** Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos. **M10:** Plan de atención a derrames de sustancias y combustibles, que se integra dentro del PMIR.	Programa de Manejo Integral de Residuos Programa de Educación Ambiental Acciones Específicas Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos
Hidrología subterránea	HSUB1. Disminución de la infiltración	**M11:** Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	Programa de Manejo Integral de Residuos Programa de Educación Ambiental Acciones encaminadas a la conservación de suelos Acciones Específicas
Flora	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	**M12**. Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV. **M13**. Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).	Programa de Rescate y Reubicación de Flora Programa de Educación Ambiental Acciones Específicas
	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6**: Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M11**: Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible. **M13.** Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).	
	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros).	

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Medidas mitigación	Programa
		M6: Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M12.** Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV. **M13.** Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).	
Fauna	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6:** Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M13.** Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV). **M14**. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Programa de Educación Ambiental Acciones Específicas
	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6**: Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M11**: Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible. **M12.** Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV. **M13.** Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).	
	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo y endémicas	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6:** Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M13.** Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV). **M14**. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.	
Paisaje	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6:** Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M7:** Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos de las estaciones de compresión CS1 - CS2 - CS3 - CS4 y ERMyC Puerto Libertad. **M9**: Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos.	Programa de Rescate y Reubicación de Flora Programa de Manejo Integral de Residuos Programa de Mantenimiento y Vigilancia sobre la Franja de Seguridad (Celaje) Programa de Educación Ambiental Acciones Específicas Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos para contratistas y promovente

Factor ambiental	Clave y denominación del impacto	Medidas mitigación	Programa
		M11: Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible. **M12**. Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV. **M13**. Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).	
Social	SOC3. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del **Proyecto** y su área de influencia	**M5.** Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros). **M6:** Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad. **M15**: Programa de prevención de accidentes autorizado por la ASEA en la etapa de operación. **M16**: Programa de respuesta a emergencias de conformidad a las DACG's. **M17**: Programa de mantenimiento y vigilancia sobre el DDV (celaje). **M18**: Obtención de un seguro de daños responsabilidad civil y daños al ambiente de conformidad a los montos establecidos en las DACG's en la etapa de operación. **M19**: Obtener el dictamen de la unidad de verificación de conformidad a la integridad mecánica del ducto de acuerdo a la NOM-009-ASEA-2017.	Programa de Mantenimiento y Vigilancia sobre la Franja de Seguridad (Celaje) Programa de Educación Ambiental Acciones Específicas

Los programas específicos tienen la finalidad de evitar o disminuir los efectos adversos del **Proyecto**, cualquiera que sea su fase de ejecución. Se expresarán en un Programa de Vigilancia Ambiental (**PVA**) que deberá considerar, a lo menos, que las medidas de los programas específicos cumplan con lo siguiente:

- Impedir o evitar completamente el efecto adverso significativo de una obra o acción, o de alguna de sus partes.
- Minimizar o disminuir el efecto adverso significativo mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes, o a través de la implementación de medidas específicas.
- Reparar y/o restaurar con la finalidad de reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas. Dichas medidas se expresarán en medidas de reparación y/o restauración.
- Compensar ambientalmente para producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado. Dichos programas se expresarán en un programa de medidas de compensación, el que incluirá el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados, por otros de características, clase, naturaleza y calidad similares.

- Las medidas de reparación y compensación ambiental sólo se llevarán a cabo en las áreas o lugares en que los efectos adversos significativos que resulten de la ejecución o modificación del **Proyecto** o actividad se presenten o generen.
- Si de la predicción y evaluación del impacto ambiental del **Proyecto** se deducen situaciones eventuales de riesgo al medio ambiente, el titular del **Proyecto** deberá proponer medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes. Las medidas de prevención de riesgos tienen por finalidad evitar que aparezcan efectos desfavorables en la población o en el medio ambiente. Las medidas de control de accidentes tienen por finalidad permitir la intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal de un **Proyecto** o actividad, en tanto puedan causar daños a la vida, a la salud humana o al medio ambiente.

VI.6 Programa de vigilancia ambiental (PVA)

La correcta y oportuna ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el presente capítulo e integradas en cada uno de los programas específicos y las acciones específicas, podrán prevenir, mitigar y compensar los impactos que pudiese generar el **Proyecto**. Sin embargo, es necesaria una supervisión constante, primero, para la ejecución correcta de cada medida y, posteriormente, para corregir cualquier eventualidad o contingencia que llegara a presentarse durante o después de la ejecución física del **Proyecto**. La supervisión en todo momento estará a cargo de personal especialista en medio ambiente.

No obstante que, es importante destacar que el PVA en su versión actualizada será integrado y entregado a la autoridad competente, una vez autorizado el **Proyecto** motivo de esta MIA-R, de manera que puedan incorporarse las obligaciones impuestas por la autoridad a las medidas propuestas en este capítulo. Lo anterior, sobre los lineamientos que se presentan en el **anexo VI.1 PVA**.

Bajo esta óptica, se estructura el **PVA** que integra los siguientes programas específicos:

1. Programa de Rescate y Reubicación de Flora.
2. Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna.
3. Programa de Manejo Integral de Residuos.
4. Programa de Mantenimiento y Vigilancia sobre la Franja de Seguridad (Celaje).
5. Programa de Educación Ambiental.
6. Acciones encaminadas a la conservación de suelos.
7. Acciones específicas.
8. Actividades de Mantenimiento de Maquinaria y Equipos para contratistas y promovente.

VI.6.1 Objetivo general

- Definir un sistema de seguimiento para sustentar la toma de decisiones orientadas al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas en la MIA-R, así como de los Términos y Condicionantes que sean impuestos por la autoridad en materia de impacto ambiental a través de la resolución que ésta emita.

VI.6.2 Objetivos particulares

- Asegurar que el cumplimiento de las obligaciones ambientales sea congruente con los criterios de integración ambiental establecidos en la MIA-R;
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer los remedios adecuados;
- Detectar la posibilidad de que surjan impactos no previstos en la MIA-R (impactos supervinientes) y prever la aplicación de las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos;
- Detectar, oportunamente, impactos no previstos en la MIA-R e identificar y proponer a la Gerencia del **Proyecto** la aplicación de las medidas adecuadas para prevenirlos, mitigarlos o compensarlos;
- Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos objeto de la vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficiente;
- Asegurarse que cada contratista disponga en obra con personal capacitado que sea responsable de la ejecución de los programas que le competan, el cual contará con conocimientos previos adecuados a las distintas actividades a realizar en el **Proyecto**;
- Documentar todas las acciones procedentes, derivadas del cumplimiento de las obligaciones ambientales que debe atender el promovente;
- Vigilar la eficacia resultante de la ejecución de las obligaciones ambientales, de forma tal que se pueda determinar su eficiencia y, en dado caso, implementar acciones adicionales que mejoren las actividades.

VI.6.3 Metas y alcances del Programa de Vigilancia Ambiental

VI.6.3.1 Meta

El PVA se considera como un sistema abierto, con capacidad de modificar, cambiar o adaptarse a las situaciones que se planteen, esto es que, debe servir como mecanismo de retroalimentación mediante el cual los resultados obtenidos sirvan para modificar los objetivos iniciales y en general, permitir la revisión

periódica del programa inicialmente planteado, de esta forma, también se permite la detección de efectos no previstos para así adoptar las medidas adecuadas.

Es necesario dar seguimiento a la evolución de los impactos previstos, de forma que no se superen las magnitudes pronosticadas, las cuales se pretenden reducir al mínimo a través de las medidas propuestas en cada uno de los programas planteados y, en caso necesario, diseñar un nuevo sistema de medidas que permitan minimizar las afecciones al medio.

En este sentido, las metas esperadas con la ejecución del PVA son las siguientes:

- Sensibilizar, concientizar y aportar conocimiento acerca del cuidado del medio ambiente, buenas prácticas ambientales y legislación ambiental vigente al 100% del personal que ingrese al **Proyecto**.
- Obtener un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para el manejo y disposición adecuada de los residuos generados durante todas las etapas del **Proyecto**.
- Alcanzar un porcentaje de cumplimiento mínimo del 90% de las acciones propuestas para la conservación de suelos.
- Obtener un porcentaje de rescate, reubicación y mantenimiento de los individuos flora propuestos para rescate en el AP con un umbral mínimo del 85%.
- Lograr un porcentaje de cumplimiento de las acciones propuestas para el rescate y reubicación de fauna silvestre con un umbral mínimo del 90%.
- Alcanzar un porcentaje del 100% de las acciones de mantenimiento y verificación en la franja de seguridad (Celaje).

VI.6.3.2 Alcance

El **PVA** tiene como principal alcance la verificación de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para las distintas etapas del **Proyecto**. Éstas aplican tanto para el personal, como para los contratistas, considerando su respectiva verificación en tiempo y espacio; es decir, el lugar y momento en el cual se ejecutarán dentro del programa de trabajo, describiendo las metodologías a ser implementadas, determinando la funcionalidad de las mismas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del **Proyecto**. Además, se cuantifican de manera sistemática los efectos ambientales de las obras y actividades a través de la generación de informes anuales de las acciones realizadas por componente ambiental.

VI.6.4 Responsables de la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental

La correcta ejecución del **PVA** será responsabilidad del organismo promotor y de las empresas contratistas. A continuación, se presenta la responsiva correspondiente a cada una de las partes involucradas en el cumplimiento del presente **PVA**.

Responsabilidad del organismo promotor

La aplicación del **PVA**, primordialmente, será responsabilidad de Transportadora de Gas Sierra Madre (TGSM), S. DE R.L. DE C.V. quien deberá tener como responsables en campo al menos a un supervisor ambiental que tendrá la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar al ambiente.

Los supervisores deberán tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones en caso de que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas no funcionen como se ha previsto o que se detecten impactos que, por su naturaleza, no son perceptibles en etapas anteriores.

Como parte de sus obligaciones, los supervisores ambientales deberán coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento del **Proyecto**, llenar las bitácoras de seguimiento y elaborar informes referentes a sus observaciones durante y después de la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final.

Además, los supervisores ambientales serán responsables de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Ejecutar y coordinar el **PVA**.
- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que se pudieran presentar.
- Elaborar los informes anuales donde se muestre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este **PVA**.
- En caso de ser necesario, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación o compensación, así como modificar las ya establecidas.

Resulta imperante mencionar que los supervisores ambientales podrán echar mano del apoyo de la gente encargada del **Proyecto** (contratistas, responsables de obra, entre otros), ya que se encuentra la mayor parte del tiempo en el área del **Proyecto**, para que apoyen en el llenado de algunas bitácoras. Esto con la

intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del **Proyecto** y no sólo durante la presencia de los supervisores ambientales.

Responsabilidad de las empresas contratistas

Para dar cumplimiento a las medidas propuestas será necesario vigilar su aplicación por parte de los contratistas, que en su caso tendrían las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas según lo previsto en este **PVA**.
- Proporcionar a los supervisores ambientales los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del **PVA**.
- Mantener constante comunicación y coordinación con los supervisores ambientales.

Proyecto, llenar las bitácoras de seguimiento y elaborar informes referentes a sus observaciones durante y después de la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final.

Además, los supervisores ambientales serán responsables de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Ejecutar y coordinar el **PVA**.
- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Registrar los impactos ambientales no previstos para determinar las medidas a aplicar.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que se pudieran presentar.
- Elaborar los informes anuales donde se muestre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este **PVA**.
- En caso de ser necesario, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación o compensación, así como modificar las ya establecidas.

Resulta imperante mencionar que los supervisores ambientales podrán apoyarse de la gente encargada del **Proyecto** (contratistas, responsables de obra, entre otros), ya que se encuentra la mayor parte del tiempo en el área del **Proyecto**, para que apoyen en el llenado de bitácoras. Esto con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del **Proyecto** y no solo durante la presencia de los supervisores ambientales.

Asimismo, es deseable que cada contratista cuente con un supervisor ambiental o personal encargado de las cuestiones ambientales, esto con la finalidad de dar seguimiento al cumplimiento de las medidas y obligaciones que sean impuestas en el oficio resolutivo. Cada contratista elaborará los informes y recabará

la evidencia del cumplimiento de las obligaciones para ser entregados al supervisor ambiental de la promovente; además de:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas según lo previsto en este **PVA**.
- Proporcionar a los supervisores ambientales las bitácoras correspondientes, así como la evidencia necesaria para demostrar el cumplimiento del **PVA**.
- Mantener constante comunicación y coordinación con el supervisor ambiental.

VI.6.5 Seguimiento y control de la aplicación del PVA

La promovente contará con al menos un supervisor ambiental el cual realizará visitas de supervisión mediante las cuales verificará el debido cumplimiento de todos y cada uno de los compromisos ambientales de los contratistas y de los programas incluidos dentro del **PVA**. Durante las visitas de inspección se llenará una bitácora para dar un seguimiento adecuado a las observaciones realizadas durante la visita. Asimismo, se contará con coordinadores ambientales que estarán de manera permanente en el sitio durante las etapas de preparación del sitio y construcciones, quienes verificarán y tomarán decisiones según lo que reporten los supervisores ambientales.

La bitácora de inspección consiste en un formato donde se llevarán a cabo los registros de incumplimiento de cada medida, conforme se identifiquen durante el recorrido de inspección, por factor e indicador ambiental afectado y anotando las observaciones que correspondan, incluidos los datos de ubicación. Asimismo, se anotará la actividad que generó el incumplimiento.

Además, deberá generarse un anexo fotográfico de evidencias que documente a través de imágenes recuperadas en campo en los frentes de trabajo, los incumplimientos ambientales identificados.

La Promovente realizará una supervisión continua en sus frentes de trabajo y de manera mensual se generará un reporte que contenga la aplicación de las medidas de mitigación. Este reporte será firmado por el supervisor ambiental. Se anotarán de manera clara las fechas y el número de folio en cada bitácora y reporte generado mensualmente o de acuerdo con lo que se especifique para cada medida en cada etapa del **Proyecto**.

Con la finalidad de mostrar la correcta ejecución y aplicación de las actividades y medidas de control, prevención y mitigación, éstas serán evaluadas con uno o más indicadores de cumplimiento para cada una de las medidas aplicables en el periodo de revisión. Los indicadores pueden ser de carácter administrativo (presentación de bitácoras, informes, oficios o manifiestos) o ambiental (cumplimiento de una condición que puede constatarse presencialmente, como la extracción del total de individuos de especies en riesgo o la ausencia de concreto tirado sobre áreas forestales, etc.).

En el caso de la resolución de contingencias ambientales que pudieran detectarse durante la inspección, éstas deberán siempre resolverse.

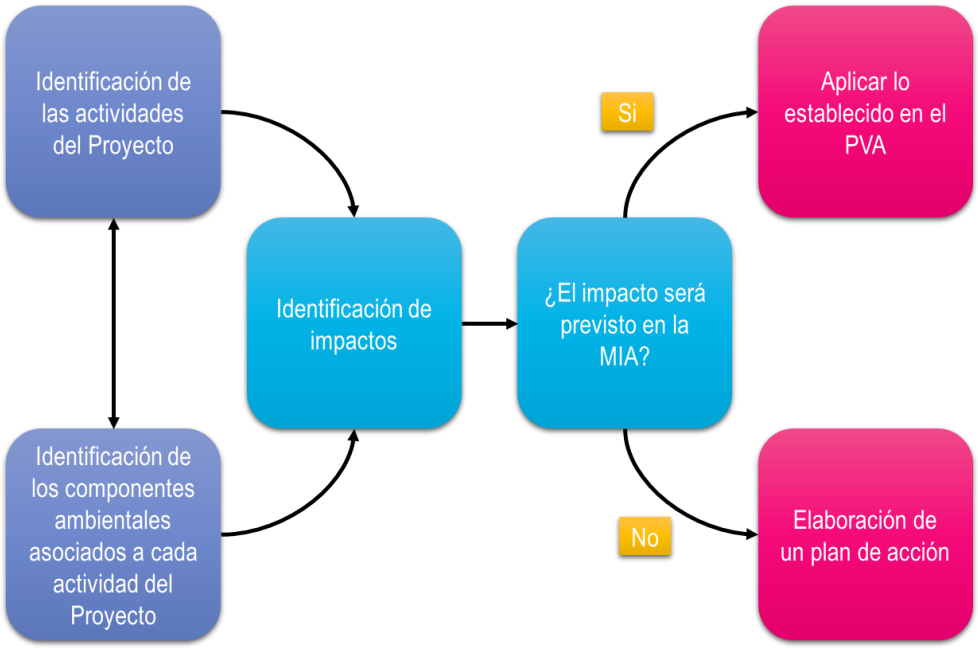
Las reincidencias en incumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación deberán ser nulas, de no ser así, deberán ejecutar medidas de restauración y compensación y se revisarán la aplicación de los programas respectivos e incluidos en este **PVA**, con el fin de detectar fallas en su aplicación y así mejorar el cumplimiento de cada medida.

Durante las inspecciones se identificarán todas las actividades del **Proyecto,** así como los componentes ambientales asociados a cada una de ellas. Con base en ello, se identificarán los impactos ambientales, determinando cuáles de ellos se encuentran previstos en la evaluación de impactos e incluidos en el **PVA**, elaborando un plan de acción en caso de que el impacto no se encuentre previsto dentro de evaluación de impactos, tal y como se muestra en la Figura VI.1.

Todos los impactos ambientales no previstos y las desviaciones registradas durante las visitas de supervisión se registrarán y rastrearán a través del tiempo y se establecerá un plan de acción específico para cada uno de ellos. En el formato se detallará la desviación, el factor ambiental afectado, la actividad que lo generó y la normatividad aplicable.

El responsable ambiental analizará la raíz del problema para, posteriormente, generar un plan de acción que incluya responsables, acciones (actividades) y fechas de conclusión. Aunado a esto, deberá verificar y dar seguimiento a las acciones tomadas y aplicadas para mitigar el impacto ambiental identificado. Todas las medidas de mitigación deberán estar documentadas y soportadas con anexos con la finalidad de evidenciar las actividades realizadas.

Figura VI.1 Esquema de incorporación de acciones del Programa de Vigilancia Ambiental



VI.6.6 Reportes de seguimiento

Elaboración de informes de seguimiento con las conclusiones de las inspecciones realizadas y en donde se efectuará una valoración general del grado de avance de las obras y de la aplicación de las medidas preventivas y correctoras establecidas en los documentos que rigen la ejecución del **Proyecto**. Con este sistema de documentación se pretende garantizar la disponibilidad de la información requerida en los informes preceptivos a presentar para su análisis, evaluación y, en su caso validación, a la **ASEA**.

Se elaborarán **reportes anuales** de cumplimiento del **PVA**, según quede ordenado por la autoridad ambiental competente en el resolutivo que se emita como parte de la evaluación y resolución de la **MIA-R**. Estos reportes deberán contener todas las evidencias de cumplimiento de cada una de las condicionantes y términos del resolutivo de impacto, así como de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación propuestas y de los programas que forman parte de este **PVA**. Para dar seguimiento a lo anterior, la Promovente contará con los siguientes documentos:

- Bitácora de inspección (evento);
- Registros fotográficos de evidencias (mensual);
- Informe de la ejecución del **PVA** (mensual), e
- Informe anual de cumplimiento de términos y condicionantes del oficio resolutivo.

Adicionalmente, se contarán con bitácoras específicas que serán integradas a los informes de ejecución del **PVA**, tal como bitácora de rescate de individuos de flora silvestre (listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y de interés biológico), bitácora de rescate de individuos de fauna silvestre (listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y de lento desplazamiento), bitácora de reubicación de individuos de fauna silvestre, bitácoras de residuos (RSU, RME, RP), por mencionar algunas de las bitácoras ambientales operativas que estarán bajo la responsabilidad del supervisor ambiental.

VI.6.7 Cronograma de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación del Proyecto

En la Tabla VI.11 se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en los programas específicos y actividades específicas de la **MIA-R** para las diferentes etapas del **Proyecto**.

Tabla VI.11 Medidas de control, prevención, mitigación y compensación y acciones específicas del PVA en cada una de las etapas del Proyecto

PS y C: Preparación del sitio y Construcción; O&M: Operación y Mantenimiento; A: Abandono.

Clave	Medida	PS y C					O & M					A	
		Meses					Años						
		1	2	3	…	60	1	2	3	…	30	1	2
M1	Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente.												
M2	Actividades de inspección físico - mecánica para solicitar la sustitución de maquinaria y equipo en mal estado y con emisiones de contaminantes ostentosas.												
M3	Fuga de gas natural controlado, en caso de eventos extraordinarios de riesgo o paros programados se cuenta con un sistema de venteo de gas natural de manera gradual y segura en cada una de las secciones del gasoducto Frontera - Puerto Libertad y en las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.												
M4	Mantener cubierto el suelo extraído del DDV para evitar su dispersión por efectos eólicos e hídricos, hasta su relleno y compactación una vez colocado el ducto.												
M5	Funcionamiento adecuado de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas natural con probabilidad de incendio y explosión (sistema de paro automático, sistema de fuego y gas, sistema de control de proceso, sistema de detección de fugas y sistema de telecomunicaciones, entre otros).												
M6	Programa anual de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión (CS1 - CS2 - CS3 - CS4), válvulas de seccionamiento (MLV's) y ERMyC Puerto Libertad.												
M7	Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos de las estaciones de compresión CS1 - CS2 - CS3 - CS4 y ERMyC Puerto Libertad.												
M8	Se utilizarán accesorios y equipos de protección auditiva para el personal durante las actividades que involucren el uso de maquinaria y equipo, para cumplir con lo establecido en la NOM-011-STPS-2001.												
M9	Aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos.												
M10	Plan de atención a derrames de sustancias y combustibles, que se integra dentro del PMIR.												
M11	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la regeneración natural, dentro del DDV temporal, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.												
M12	Programa de rescate y reubicación de flora sujeta a protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentre sobre el DDV.												

Clave	Medida	PS y C					O & M					A	
		Meses					Años						
		1	2	3	…	60	1	2	3	…	30	1	2
M13	Programa de educación ambiental (para evitar la colecta, caza o mortandad de las especies de flora y fauna en el DDV).												
M14	Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.												
M15	Programa de prevención de accidentes autorizado por la ASEA en la etapa de operación.												
M16	Programa de respuesta a emergencias de conformidad a las DACG's.												
M17	Programa de mantenimiento y vigilancia sobre el DDV (celaje).												
M18	Obtención de un seguro de daños responsabilidad civil y daños al ambiente de conformidad a los montos establecidos en las DACG's en la etapa de operación.												
M19	Obtener el dictamen de la unidad de verificación de conformidad a la integridad mecánica del ducto de acuerdo a la NOM-009-ASEA-2017.												
M20	Acciones encaminadas a la conservación de suelos de conformidad al plano SM-0600-WOR-CV-DWG-00013-S_00-signed												

VI.6.8 Programas que integran el PVA

El PVA se basa en la implementación de un conjunto de medidas y técnicas que constituyen la base necesaria para la realización de una serie de acciones para la protección del ambiente circundante al AP, además de generar al mismo tiempo una memoria con la cual se informará ante la autoridad del tipo y grado de afección ambiental generada y las medidas de mitigación aplicadas en cada momento por las distintas acciones derivadas del **Proyecto**, de acuerdo con los siguientes programas.

VI.6.8.1 Programa de rescate y reubicación de flora

El programa tiene la finalidad de proteger ejemplares de flora que se encuentran en el área de establecimiento del **Proyecto**. La ejecución de este programa es una medida para la conservación de las especies silvestres con el fin de asegurar su sobrevivencia y cumplir con la legislación en la materia para asegurar la sustentabilidad del **Proyecto**, además de ser una herramienta útil para el mantenimiento de la biodiversidad local.

El programa tiene un enfoque hacia especies de flora silvestre listadas en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas consideradas económica y ecológicamente importantes por su interrelación con las demás especies. En este sentido, el área donde se prevé implantar el **Proyecto** corresponde a un conjunto de ecosistemas y diferentes tipos de vegetación; aunque también existen áreas con signos de perturbación (vegetación secundaria).

En este sentido, durante los muestreos realizados para la caracterización de flora en el área de establecimiento del **Proyecto**, se registraron 27 especies de la familia Cactaceae, consideradas como especies de importancia en el contexto regional. De ellas, tres se encuentran bajo protección a nivel nacional en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, una como amenazada (A; *Glandulicactus uncinatus*) y dos sujetas a protección especial (Pr; *Ferocactus cylindraceus* y *Lophocereus schottii*). Asimismo, se considera que presentan una mayor capacidad de adaptación y regeneración, lo que contribuiría a su establecimiento y sobrevivencia posterior a la reubicación; no obstante, es importante mencionar que se trata de especies vulnerables al caracterizarse por presentar un crecimiento lento.

Asimismo, se identificaron 10 especies de la familia Asparagaceae, dos de ellas consideradas como endémicas y que son especies con importancia y factibles de ser reubicadas. Aunado a lo anterior, se incluyen tres especies más, una incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y dos catalogadas como endémicas. Así, se consideran nueve especies en total que serán sujetas a rescate y reubicación: cinco de ellas consideradas como endémicas y cuatro que se encuentran bajo protección a nivel nacional. Cabe mencionar que, una vez que los ejemplares sean rescatados, se llenaran las fichas técnicas correspondientes por cada individuo.

De las especies propuestas, una de ellas tiene un crecimiento arbóreo (*Olneya tesota*, palo fierro), por lo que únicamente se rescataran y reubicaran aquellos ejemplares que tengan menos de un metro de altura, ya que, el rescate y reubicación de ejemplares de mayor altura no asegura la sobrevivencia de los mismos, considerando que esta especie desarrolla raíces profundas[2]. Asimismo, se prevé que, por cada individuo adulto de palo fierro que sea removido, se compensará en una relación 1:3; lo que se traduce en que, por cada ejemplar adulto que sea removido se realizará la plantación de tres individuos juveniles. **El programa en extenso se incluye en el ANEXO VI.2**.

Es importante mencionar que además de las actividades de rescate y reubicación de flora, también se permitirá y favorecerá el crecimiento de las especies herbáceas, una vez terminada la construcción, es decir se permitirá el restablecimiento de la cubierta vegetal en aquellas áreas donde sea factible y no comprometa la integridad del ducto, brindando mantenimientos periódicos a través del retiro de las especies exóticas que llegaran a colonizar el sitio.

[2] IMPLAN Hermosillo: https://www.implanhermosillo.gob.mx

Objetivo del programa: minimizar las afectaciones potenciales a la flora silvestre presente en el AP, a través de la ejecución de acciones de protección, conservación, rescate y reubicación de flora que serán desarrolladas previo a las actividades de desmonte.

Indicador de realización y eficacia: Como indicador se utilizará el porcentaje de avance del rescate de flora en la superficie del **Proyecto** autorizado y como indicador de eficacia se utilizará la sobrevivencia de los individuos rescatados y reubicados (proporción de plantas que están vivas en relación con las plantas efectivamente reubicadas), así como la evaluación de vigor de las plantas (que es la proporción de órganos vigorosos del total de los árboles vivos):

Tabla VI.12 Indicadores de evaluación del programa de rescate y reubicación de flora

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de avance del rescate de flora en la superficie del Proyecto	$P = \frac{S_r}{S_i} x100$ P = Avance en el rescate de flora. Sr = Superficie efectiva donde se ha ejecutado el recate de flora. Si = Superficie forestal total del **Proyecto**.	100% de la superficie que ocupará el **Proyecto**.
Porcentaje de sobrevivencia de los individuos rescatados	$S = \frac{\sum ai}{mi} x100$ Donde S = Sobrevivencia de plantas reubicadas Σai = Sumatoria de plantas vivas en el sitio i mi= Plantas reubicadas en el sitio i	Sobrevivencia de al menos el 85% de los individuos reubicados
Evaluación del estado fitosanitario	$pS = \frac{\sum si}{\sum ai} x100$ Donde *pS* = Proporción estimada de árboles sanos Σ*si* = Sumatoria de plantas sanas en el sitio *i* Σai = Sumatoria de plantas vivas en el sitio *i*	Se espera que el 90% o más de los ejemplares se registren sanos
Evaluación de vigor de las plantas	$pV = \frac{\sum_{i=1}^{n} Vi}{\sum_{i=1}^{n} ai} \cdot 100$ Donde Σ= ni=1 Sumatoria de los datos de acuerdo con la variable V o a pv = Proporción estimada de árboles vigorosos Vi = Número de árboles vigorosos en el sitio de Muestreo i ai = Número de árboles vivos en el sitio de muestreo i	Se espera que el 90% o más de los ejemplares se registren sanos

Frecuencia: rescate previo a las actividades de desmonte. El monitoreo y mantenimiento seguirán durante tres años posteriores a la reubicación o hasta que se demuestre el establecimiento de la población.

Valor umbral: con la aplicación del presente programa se pretende tener una sobrevivencia de al menos el 85% de la flora rescatada y reubicada.

Momento de análisis: semanalmente se entregarán al responsable ambiental los registros y bitácoras de rescate y reubicación de flora.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VI.6.8.2 Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

Este programa describe los métodos y técnicas para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna que habitan o se encuentran en las áreas donde se establecerán los componentes del **Proyecto**, a través de labores de protección. Para reforzar la correcta ejecución del programa, se recomienda incluir en las capacitaciones los temas relacionados con el cuidado y protección de la fauna.

El programa considera acciones de ahuyentamiento de fauna en el área del **Proyecto**, búsqueda y rescate de ejemplares de lento desplazamiento o que no pudieron alejarse del sitio por si solos y éstos serán reubicados en áreas con condiciones ambientales similares al área de captura, extremando precauciones para evitar causarles estrés innecesario y la liberación será el mismo día. El programa en extenso se incluye en el **ANEXO VI.3**.

Objetivo del programa: Identificar y salvaguardar individuos de especies de fauna silvestre, presentes en el AP; consideradas o no bajo alguna categoría de riesgo y/o aquellas que en el ámbito local o regional estén consideradas bajo condición restringida en cuanto a su distribución y abundancia, y/o por sus características de lento desplazamiento.

Indicador de realización: Como indicador de realización (mide la aplicación y ejecución efectiva del programa) se utilizará el porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna con respecto a la superficie del **Proyecto** autorizado, mientras que los indicadores de eficacia miden los resultados obtenidos por la aplicación del programa, tratándose de fauna silvestre y en virtud de su movilidad, la mayoría son no cuantificables. No obstante, se determinaron de utilidad los siguientes:

Tabla VI.13 Indicadores de evaluación del programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de avance en el ahuyentamiento y rescate de fauna (R%av)	$R_{\%av} = \frac{S_r}{S_t} x100$	100% de la superficie que ocupará el **Proyecto**.

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
	Sr= Superficie efectiva donde se ha ejecutado el ahuyentamiento y rescate de fauna. St= Superficie total del **Proyecto**.	
Número de especies rescatadas en proporción al número de especies objetivo	$E_{\%sp} = \frac{S_{pc}}{S_{pr}} x100$ E%sp = Porcentaje de éxito en el ahuyentamiento y rescate de fauna. Spc = Número de especies rescatadas y reubicadas. Spr = Número de especies objetivo reportadas en la MIA.	50%, por su movilidad es factible que al momento de la ejecución del programa no sean encontradas in situ todas las especies que fueron registradas durante los muestreos.

Adicionalmente, y de forma cualitativa, podrá evaluarse la efectividad del programa en virtud de que el número de individuos rescatados vaya disminuyendo conforme avanzan los días de trabajo, ya que se espera una recesión natural de la actividad faunística en el AP, derivada del ahuyentamiento y de las actividades de preparación del sitio y construcción.

Frecuencia: recorridos diarios de ahuyentamiento y rescate por los frentes de trabajo durante la preparación del sitio y construcción para asegurar la correcta implementación del programa. Durante la etapa operativa, se continuará con las acciones de este programa en las estaciones y aquellos componentes donde haya personal.

Valor umbral: con la aplicación del presente programa se pretende tener una sobrevivencia del 100% de la fauna desde el momento de su rescate y hasta el momento de su liberación.

La sobrevivencia de los ejemplares rescatados se registrará desde el momento de su captura y hasta el momento de su liberación, es importante no perder de vista que la fauna rescatada será liberada en un ambiente libre y abierto, es decir no se reubicará en un ambiente confinado, por lo que el seguimiento de sobrevivencia después de su liberación implicaría actividades adicionales que sobrepasan los alcances del presente programa.

Se considera que si se seleccionan de forma adecuada los sitios de reubicación las oportunidades de supervivencia serán iguales a las oportunidades que se tenía antes de ser rescatados y reubicados ya que la fauna se enfrentará a las mismas bondades y presiones del ecosistema. Es importante no perder de vista que las condiciones presentes en el AP se observaron también presente en el SAR, por lo que se puede asegurar que el AP no es un área única o con características excepcionales imposibles de encontrar en otro sitio.

Momento de análisis: semanalmente se entregarán al responsable ambiental los registros y bitácoras de rescate y reubicación de fauna.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VI.6.8.3 Programa de manejo integral de residuos

El programa de manejo integral de residuos está orientado a evitar afectaciones al medio abiótico (en particular agua y suelo) como el biótico, causado por deficientes prácticas en el manejo de residuos; y diseñado con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y la normatividad estatal que resulte aplicable. La ejecución de este programa no enfrenta ninguna limitante técnica que impida su desarrollo y para su correcta ejecución se complementará con las charlas de capacitación dirigidas a todos los trabajadores. Este programa está diseñado para ser aplicado durante todas las etapas del **Proyecto**. **El programa en extenso se incluye en el ANEXO VI.4**.

Objetivo: Realizar un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos generados en las diferentes etapas del **Proyecto** en completo apego a la normatividad ambiental aplicable y vigente.

Indicador de realización y eficacia: para medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas, se consideran los siguientes indicadores de realización:

Tabla VI.14 Indicadores de evaluación del programa de manejo integral de residuos

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
Porcentaje de capacitaciones realizadas por etapa (% PC)	$\% PC = \left(\frac{N° \ de \ pláticas \ realizadas}{N° \ de \ pláticas \ propuestas}\right) * 100$	Impartición de todas las pláticas propuestas
Porcentaje de participación en las pláticas de concientización (% Pa)	$\% Pa = \left(\frac{N° \ de \ personas \ que \ asistieron}{N° \ de \ personas \ que \ laboraron}\right) * 100$ N° de personas que asistieron. Se puede determinar mediante un registro de asistencia a la plática de concientización. N° de personas que laboraron. Se puede determinar mediante la fuerza laboral (personal por jornada laboral) y únicamente se contabilizará de acuerdo al día en que se lleven a cabo las pláticas.	100% del personal involucrado en las actividades del **Proyecto**
Porcentaje de contenedores con etiquetado adecuado y en buenas condiciones (% C)	$\% C = \left(\frac{N° \ de \ contenedores \ con \ tapa \ y \ etiqueta}{N° \ total \ de \ contendores \ colocados}\right) * 100$	100% contenedores con tapa y etiqueta
Porcentaje de residuos entregados para su disposición final (% RE)	$\% RE = \left(\frac{Cantidad \ de \ residuos \ entregados}{Cantidad \ de \ residuos \ generados}\right) * 100$	100% entrega de los residuos generados

Indicador	Comprobación	Valor mínimo aceptado
	RSU dispuestos en el relleno sanitario autorizado, RME entregados a empresas recicladoras y RP entregados a empresas certificadas ante la SEMARNAT para la disposición.	
Porcentaje de residuos reutilizados o reciclados (% REE)	$\%\ REE = \left(\frac{Cantidad\ de\ residuos\ reutilizados}{Cantidad\ de\ R\ generados\ que\ pueden\ ser\ reutilizados}\right) * 100$ Este indicador también puede ser utilizado tanto para los RSU y RME.	Preferible el 90% del volumen generado susceptibles a reciclaje o reúso sea destinado a ello
Segregación de residuos de acuerdo a su tipo.	De acuerdo a la revisión e inspección de los contenedores en los frentes de trabajo cuando estos hayan cubierto su capacidad máxima, podrá ser diario, semanal o mensual, dependiendo del residuo.	100% residuos segregados de acuerdo a su tipo
Saturación de los contenedores generales	Revisión de los contenedores en los frentes de trabajo	No rebasar el 80% de capacidad ocupada.
Reportes de residuos dispersos en los frentes de trabajo y reportes de falta de contenedores, tapa o señalética	Número de reportes	

Frecuencia: recorridos diarios de supervisión por los frentes de trabajo para asegurar la correcta implementación del programa de residuos. Registros mensuales de la generación de residuos.

Valor umbral: con la aplicación del presente programa se pretende tener un control mínimo del 90% de los residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto**. Que los residuos peligrosos sean recolectados y almacenados con eficiencia, para la posterior entrega a la empresa certificada por la Autoridad y que los residuos de manejo especial sean separados correctamente para su reciclaje o disposición final.

Momento de análisis:

- RSU: al término de cada semana durante la construcción del **Proyecto**.
- RME: quincenalmente durante la construcción del **Proyecto**.
- RP: trimestral durante la construcción del **Proyecto**.

Medidas complementarias: Una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

Promover y regular el manejo integral de los residuos estimados que se generarán durante la vida útil del **Proyecto**, particularizando en las diferentes etapas que comprende el mismo y sus residuos particulares acorde con los instrumentos jurídicos mexicanos en la materia.

Con la aplicación del presente programa se pretende tener un control de los residuos generados por las obras que contempla el **Proyecto**. Que los residuos peligrosos sean recolectados y almacenados con eficiencia, para la posterior entrega a la empresa certificada por la Autoridad y que los residuos de manejo especial sean separados correctamente para su reciclaje o disposición final.

El manejo de residuos peligrosos será un proceso que se lleve a cabo en dos etapas, la primera será la correcta recolección de los mismos y la segunda etapa consistirá en la disposición final de éstos.

La separación de los residuos sólidos no peligrosos en orgánicos e inorgánicos trae consigo grandes beneficios al momento de su correcto manejo, dado que desde un inicio aumenta las posibilidades de una correcta selección de aquellos residuos que pueden ser reciclables.

VI.6.8.4 Programa de mantenimiento y vigilancia sobre la franja de seguridad (Celaje)

En este programa se prevé el mantenimiento y vigilancia sobre la franja de seguridad, actividades que serán revisadas anualmente para determinar la periodicidad con la que se deberán de llevar a cabo las actividades de celaje de acuerdo con lo establecido en la NOM-007-ASEA-2016. Asimismo, se prevé el mantenimiento de los equipos, i.e. estaciones de compresión, del gasoducto, del sistema de protección catódica, de las válvulas de seccionamiento de línea principal, de las estaciones de medición, regulación y control (EMRyC), del sistema de control/scada/telecomunicaciones e interconexiones con sistema de transporte Gasoducto Samalayuca-Sásabe, Carso Norte y Gasoducto Tarahumara Fermaca.

Este programa se plantea con la finalidad de disminuir los riesgos e incrementar la seguridad de operación del **Proyecto**; establecer la periodicidad con la que se llevarán a cabo las visitas; establecer y ejecutar las medidas de mantenimiento y vigilancia sobre la franja de seguridad; así como la elaboración de reportes de hallazgos y anomalías que pongan en riesgo la operación segura y confiable del ducto.

Consiste en recorridos por todo lo largo y ancho del derecho de vía del ducto con la finalidad de observar, documentar y reportar eventualidades o anormalidades que pongan en riesgo el buen funcionamiento del ducto. El programa en extenso se presentará una vez que sea aprobado el **Proyecto** y en el **ANEXO VI.5** se incluye el cronograma general anual previsto.

Objetivo del programa: Establecer las actividades a implementar de manera periódica y por evento aquellas que sean necesarias para llevar a cabo el mantenimiento de la franja de seguridad.

Indicador de realización y eficacia: para medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas incluidas en el programa, se consideran los siguientes indicadores de realización:

Tabla VI.15 Indicadores de evaluación del programa de mantenimiento y vigilancia sobre la franja de seguridad (Celaje)

Indicador	Descripción	Comprobación
Porcentaje de cumplimiento de inspecciones (anual)	$\%PCI = \frac{N° \ inspecciones \ realizadas}{N° \ inspecciones \ programadas} * 100$	Reportes por cada inspección realizada Evidencia fotográfica de cada inspección
Porcentaje de cumplimiento de las acciones de mantenimiento (anual)	$\%PCI = \frac{N° \ acciones \ de \ mtto. realizadas}{N° \ acciones \ programadas} * 100$	Reportes por cada mantenimiento realizado Evidencia fotográfica

Frecuencia: La frecuencia de los patrullajes se determina en función de la longitud, topografía, acceso y problemáticas particulares de cada línea involucrada, presiones de operación, clase de localización, tipo de terreno, clima y otros factores relevantes. Los intervalos como mínimo entre patrullajes no deben ser mayores a una vez al mes, independientemente de la clase de localización de que se trate (**ANEXO VI.5**).

Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación.

Momento de análisis: la periodicidad va a depender de la actividad que se trate (**ANEXO VI.5**), durante la etapa de operación.

Medidas complementarias: Una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VI.6.8.5 Programa de educación ambiental

Durante la totalidad de las actividades de preparación, establecimiento y operación del **Proyecto**, así como en el abandono, se considera que el personal relacionado debe conocer la importancia en la aplicación de los programas y las medidas tanto de control, prevención y compensación que se desarrollan por la supervisión ambiental como por el personal constructivo.

Este programa está enfocado en realizar una inducción inicial a todo el personal que esté relacionado con las actividades del **Proyecto**, así como el programar capacitación periódica con los temas de cada uno de los programas y la impartición de charlas diarias para la concientización del personal con temas relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente.

Estas actividades se deberán evidenciar mediante la generación de registros para cada una de las actividades calendarizadas en el programa, dichos registros deben contar con información del personal que imparte la capacitación, el personal asignado debe contar con el conocimiento y la capacidad técnica para su impartición, adicionalmente estos registros contarán con datos como el nombre y firma de quien recibe la capacitación, la fecha de la realización, el tiempo de duración y el tema impartido.

Los detalles de la calendarización y los temas a impartir tanto para la inducción como para las capacitaciones específicas y las charlas de concientización se describirán de manera más detallada en el Programa de Educación Ambiental (**ANEXO VI.6**).

Objetivo: se prevé la capacitación del personal de obra en cada una de las etapas del **Proyecto** a cerca de la importancia del cuidado del ambiente, la correcta aplicación de los programas propuestos, la importancia de las buenas prácticas durante la construcción, principalmente.

Indicador de realización y eficacia: para la comprobación del programa se prevé la verificación de los siguientes indicadores:

Tabla VI.16 Indicadores de evaluación del programa de educación ambiental

Indicador	Descripción	Comprobación
100% de personal capacitado	Mediante los registros se podrá determinar el número de personas que recibieron capacitación y compararse con la plantilla total de trabajadores	Listas de asistencia Plantilla de trabajadores

Además, se realizarán observaciones en los frentes de trabajo, para lo cual es importante la supervisión y verificación de la aplicación de los conocimientos impartidos.

Frecuencia: la establecida en la programación de las charlas, capacitación e inducción.

Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación.

Momento de análisis: con periodicidad mensual. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y en caso de ser necesario durante la operación.

Medidas complementarias: Una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VI.6.8.6 Acciones encaminadas a la conservación de suelos

Mediante estas acciones se busca implementar una serie de técnicas encaminadas a la conservación y protección de los suelos en el área de establecimiento del **Proyecto**, con la finalidad de evitar afectaciones al DDV a lo largo del gasoducto, así como el manejo del recurso edáfico durante la construcción.

El área destinada para aplicar estas acciones corresponde a la superficie donde será establecido el **Proyecto**; sin embargo, de encontrarse áreas que requieran de la aplicación de las técnicas para evitar un mayor deterioro que pueda comprometer alguno de los componentes del **Proyecto**, se evaluará la aplicación de técnicas de manejo.

Las tareas que pueden afectar los suelos son, sobre todo, la remoción de la vegetación de todas las superficies necesarias para la ejecución de las obras. Se prevé la construcción de cortacorrientes que permitan conducir el agua de lluvia a los drenajes naturales y/o a un terreno no modificado. Además,

dependiendo de las condiciones de sitio se definirá el uso de canales colectores (**Plano SM-0600-WOR-CV-DWG-00013-S**).

Objetivo del programa: determinar las acciones de conservación de suelos para evitar en la medida de lo posible el incremento de la erosión del suelo en el área el **Proyecto**.

Indicador de realización: Su objetivo es medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas. En esta dirección, se tendrán los siguientes indicadores:

Tabla VI.17 Indicadores de evaluación del programa de conservación de suelos

Indicadores	Comprobación	Valor mínimo aceptable
Porcentaje de cumplimiento de las acciones propuestas para el control de erosión de suelos (%CA):	$\%\text{CA} = \left(\frac{Acciones\ realizadas}{Acciones\ propuestas}\right) * 100$ ▪ Evidencia fotográfica de realización, bitácoras de registro de cumplimiento y recorridos de supervisión.	100% de la ejecución de las acciones
Regeneración natural con herbáceas (RV):	$\boldsymbol{RV} = \frac{Superficie\ revegetada}{Superficie\ total}\ x\ 100$ ▪ Evidencia fotográfica de áreas con presencia de revegetación	Al paso del tiempo se deberá observar la regeneración natural con herbáceas en el DDV temporal
Mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos	$\text{Mm}\ (\%) = \left(\frac{Msm}{Ntm}\right) * 100$ Donde: Mm (%) = porcentaje de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos Msm = número de maquinaria, equipo y vehículos sometida a mantenimiento Ntm = número total de maquinaria, equipo y vehículos	El 100% de la maquinaria, equipo y vehículos deberán ser sometidos a mantenimiento

Frecuencia: la frecuencia con la que corroborará la buena aplicación de las medidas que se desarrollaran para la conservación de suelo y control de erosión, está en función de la actividad que se desarrolle.

Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación. Se deberá recabar la evidencia que demuestre que las actividades del **Proyecto** no incrementan la erosión del sitio y en el mejor de los casos las acciones propuestas favorecen la sedimentación del suelo.

Monitoreo de análisis: Con periodicidad mensual. La aplicación de las medidas iniciará en la etapa de preparación del sitio, continuarán durante la construcción y, para el seguimiento se prevén al menos por dos años de operación del **Proyecto**.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VI.6.8.7 Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente

Como medida adicional para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero y prevenir posibles eventos de contaminación al suelo y agua por el desarrollo de las actividades del **Proyecto** se implementarán actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo, las cuales tienen por objeto lograr el correcto funcionamiento de los diversos equipos y vehículos que formarán parte del **Proyecto**. Estas actividades se han establecido como medidas de supervisión, gestión y control de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.

A través de la implementación de las medidas de mantenimiento de maquinaria y equipos, se busca evitar o minimizar los impactos relacionados con la presencia de maquinaria y equipos en el AP; por lo que, se proponen procedimientos que garanticen el correcto funcionamiento de la maquinaria utilizada en el desarrollo del **Proyecto**, mismos que se pueden dividir en:

a) **Mantenimiento preventivo:** detectar fallas repetitivas, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costos de reparaciones. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceite y lubricantes, etc.

b) **Mantenimiento correctivo:** reparar diferentes partes de los equipos y vehículos en el momento en que dejan de funcionar o se detectan fallas.

c) **Mantenimiento vehicular:** conservar en óptimas condiciones de uso los vehículos y equipos; gestionar las necesidades para el mantenimiento preventivo correspondiente.

Objetivo del programa: determinar las acciones de mantenimiento de maquinaria, equipo y parque vehicular para evitar en la medida de lo posible el incremento de la calidad del aire en el área el **Proyecto**.

Indicador de realización: Su objetivo es medir la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas.

Frecuencia: la frecuencia con la que corroborará la buena aplicación de las medidas que se desarrollaran para el mantenimiento de maquinaria y equipos, está en función de la programación establecida.

Valor umbral: 100% del cumplimiento de la programación. Se deberá recabar la evidencia que demuestre que la maquinaria, equipos y parque vehicular fue sometida a mantenimiento.

Monitoreo de análisis: Con periodicidad mensual. La aplicación de las medidas iniciará en la etapa de preparación del sitio, continuarán durante la construcción y, en caso de que se requiera maquinaria, equipos y vehículos durante la operación, se deberá continuar con estas acciones.

Medidas complementarias: una vez aplicados los indicadores de eficacia, y en caso de requerirse acciones complementarias o de urgente aplicación, el responsable ambiental del **Proyecto** establecerá las medidas a ejecutar.

VI.7 Información necesaria para la fijación de montos y fianzas

La información necesaria para determinar el valor de las medias de prevención y mitigación establecidas en la **MIA-R** parten específicamente de la integración del programa de vigilancia ambiental, así como de los términos y condicionantes determinados en el Oficio Resolutivo que para tal efecto expida la **ASEA,** con ambos elementos se podrá estimar el monto de la garantía financiera para las actividades en la fase de la preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono del **Proyecto**.

El análisis de costos de las obras y actividades que deberán realizarse durante las etapas de operación, mantenimiento y abandono del **Proyecto** y sus obras asociadas para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos y riesgos ambientales. A partir de los valores que se obtengan se propondrán los montos por la empresa promovente, quién deberá asegurarse a fin de estar cubierto ante eventuales daños al ambiente que pudieran ocurrir durante la preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono del **Proyecto**. No obstante, en el presente **Proyecto** se considera la cantidad de [redacted] para la ejecución de las medidas consideradas en el presente capítulo.

DATOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA MORAL (MONTO DE INVERSIÓN, CUENTA BANCARIA), ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

Actualmente el marco jurídico para determinar el daño ambiental y la reparación está determinado por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (**LFRA**), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013, la cual regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

[3] Esta cantidad se obtuvo de la tabla II.5 Estimación de gastos para la implementación de las medidas de mitigación y compensación ambiental, del capítulo II de la presente MIA-R.

La **LFRA** define como daño ambiental:

> *"Daño al ambiente: pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6º de esta Ley;"*

Para este caso, debemos invocar a los artículos 6, 10, 11, 12 y 13 de la **LFRA**, que señalan:

> ***Artículo 6****.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:*
>
> *I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,*
>
> *II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.*
>
> *La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.*

Por otra parte, establece las obligaciones de los daños derivados al medio ambiente:

> ***Artículo 10****.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.*
>
> *De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.*
>
> ***Artículo 11****.- La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.*
>
> *En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.*
>
> *Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.*

> ***Artículo 12***.- *Será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:*
>
> *I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;*
> *II. El uso u operación de embarcaciones en arrecifes de coral;*
> *III. La realización de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas, y*
> *IV. Aquellos supuestos y conductas previstas por el artículo 1913 del Código Civil Federal.*
>
> ***Artículo 13***.- *La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base al hábitat, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación.*
>
> *La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño.*
>
> *Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente, deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda.*
>
> *Los propietarios y poseedores que resulten afectados por las acciones de reparación del daño al ambiente producido por terceros, tendrán derecho de repetir respecto a la persona que resulte responsable por los daños y perjuicios que se les ocasionen.*

Por último, la propia ley establece las sanciones o multas que corresponda por acciones de daño ambiental las cuales se deben tener presentes, tal como lo señala el artículo 19:

> ***Artículo 19***.- *La sanción económica prevista en la presente Ley, será accesoria a la reparación o compensación del Daño ocasionado al ambiente y consistirá en el pago por un monto equivalente de:*
>
> *I. De trescientos a cincuenta mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal al momento de imponer la sanción, cuando el responsable sea una persona física, y*
> *II. De mil a seiscientos mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal al momento de imponer la sanción, cuando la responsable sea una persona moral.*
>
> *Dicho monto se determinará en función de daño producido*

En este sentido, en este apartado se incluye la reparación de los daños por el incumplimiento a la autorización en materia de evaluación de impacto ambiental; sin embargo, para el caso de evento no deseado de derrame de materiales o residuos peligrosos, se requiere cubrir los costos por dos obligaciones que derivan, tales como:

I. De la sanción o multa económica impuesta por la acción ocasionada, y
II. Por la reparación o compensación del daño ambiental ocasionado.

Para el primer caso, como mera referencia académica para un estándar de cumplimiento del **Proyecto** se calcula el costo por la sanción o multa impuesta. Dada la naturaleza del **Proyecto** se establece el monto para personas morales de mil a seiscientos mil días de salario mínimo ($207.44 a partir del 1° de enero 2023), debido a que se trata de un evento extraordinario por el derrame de materiales o residuos peligrosos en una cantidad de derrame en un metro cúbico (Tabla VI.18).

Tabla VI.18 Costos de referencia por sanciones o multas impuestas por daño ambiental

Actividades	Monto establecido en la LFRA	Valor
Derrame de materiales y residuos peligrosos en una superficie de afectación de 1 m^3 o mayor.	De **mil** a **seiscientos mil** días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal.	DATOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA MORAL (MONTO DE INVERSIÓN, CUENTA BANCARIA), ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

Para el segundo caso, en el que se deben de reparar el daño a terceros conforme a lo indicado en la **LFRA** mediante las acciones de remediación por derrame de materiales o residuos peligrosos, se calcula el costo mediante los siguientes criterios:

1. Se toma el costo de acciones por restauración y remediación de suelos contaminados por derrames de materiales o residuos peligrosos de los costos de prestación de servicios de 350 USD/ton. Este valor es el promedio de un total de 230 **Proyecto**s aplicados para una variedad de contaminantes biodegradables como gasolinas, lubricantes y HAP (EPA 1998).

2. Se establece un evento extraordinario que puede ocasionar la contaminación del suelo, de un derrame por la generación de aceites lubricantes usados o gastados provenientes de la etapa de las actividades normales de mantenimiento que incluyen la inspección y limpieza de equipo, cambios de aceite lubricante/grasas, el cual sucedería al derramar un tambo de 200 litros de aceite lubricante usado o gastado que se infiltraría en un metro cúbico de suelo, el cual habría que atender la emergencia de conformidad a lo señalado al artículo 129 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

3. Se convierte el metro cúbico de suelo contaminado a unidad de peso o masa para atender el costo dado en el punto número 1. En este caso se utilizó el valor de la densidad aparente de 1.240 a 1.481, del artículo e investigación científica desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM denominado "Cambio en las propiedades físicas de un suelo contaminado con hidrocarburos debido a la aplicación de una tecnología de remediación", Universidad Nacional Autónoma de México, Guillermina Pérez Casimiro, Rosario Iturbe Argüelles y Rosa María Flores Serrano Instituto de Ingeniería, visible en http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico2005/perez.pdf. Con base en esta metodología tomando el valor máximo de la densidad aparente de (1.481 g/cm^3 o 1,481 kg/m^3), se

tiene que un metro cúbico de suelo contaminado con aceite lubricante usado o gastado equivale a 1.481 toneladas.

Tabla VI.19 Costos por acciones de restauración y remediación de suelos por derrames de materiales o residuos peligrosos

Actividades de disposición final en empresas autorizadas	Costo USD por tonelada	Costo estimado
Derrame de materiales y residuos peligrosos en una superficie de afectación de 1 m^3 (1.481 toneladas) o 10 m^3 (14.81 toneladas)[4]		

DATOS PATRIMONIALES DE LA PERSONA MORAL (MONTO DE INVERSIÓN, CUENTA BANCARIA), ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

[4] El tipo de cambio (FIX) es determinado por el Banco de México con base en un promedio de cotizaciones del mercado de cambios al mayoreo para operaciones liquidables el segundo día hábil bancario siguiente y que son obtenidas de plataformas de transacción cambiaria y otros medios electrónicos con representatividad en el mercado de cambios. El Banco de México da a conocer el FIX a partir de las 12:00 horas de todos los días hábiles bancarios, se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) un día hábil bancario después de la fecha de determinación y es utilizado para solventar obligaciones denominadas en dólares liquidables en la República Mexicana al día siguiente de la publicación en el DOF. Para mayor información sobre este tipo de cambio consulte: El Título Tercero, Capítulo V de la Circular 3/2012 del Banco de México. Tomando en cuenta un tipo de cambio de Fix $19.3980 pesos por dólar americano al 03 de enero de 2023 según el Banco de México.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

PROYECTO

"STGN SIERRA MADRE (FRONTERA-PUERTO LIBERTAD)"

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PROMOVENTE

TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V.

Índice

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ... 4
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto (línea base) ... 5
VII.1.1. Clima ... 5
VII.1.2. Aire ... 10
VII.1.3. Suelos ... 10
VII.1.4. Hidrología ... 11
VII.1.5. Uso de suelo y vegetación ... 12
VII.1.6. Flora ... 13
VII.1.7. Fauna ... 14
VII.1.8. Paisaje ... 14
VII.1.9. Medio socioeconómico ... 15
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto ... 15
VII.2.1. Clima ... 16
VII.2.2. Aire ... 16
VII.2.3. Suelos ... 16
VII.2.4. Hidrología ... 17
VII.2.5. Uso de suelo y vegetación ... 18
VII.2.6. Flora ... 19
VII.2.7. Fauna ... 20
VII.2.8. Paisaje ... 21
VII.2.9. Medio socioeconómico ... 22
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección ... 22
VII.3.1. Clima ... 23
VII.3.2. Aire ... 23
VII.3.3. Suelos ... 24
VII.3.4. Hidrología ... 24
VII.3.5. Uso de suelo y vegetación ... 25
VII.3.6. Flora ... 26
VII.3.7. Fauna ... 27
VII.3.8. Paisaje ... 28
VII.3.9. Medio socioeconómico ... 29
VII.4. Pronóstico ambiental ... 29
VII.5. Evaluación de alternativas ... 37

Índice de figuras

Figura VII.1. Proyecciones de cambio climático de la precipitación en Chihuahua. 6
Figura VII.2. Proyecciones de cambio climático de la temperatura en Chihuahua. 7
Figura VII.3. Proyecciones de cambio climático de la precipitación en Sonora. 8
Figura VII.4. Proyecciones de cambio climático de la temperatura en Sonora. 9

Índice de tablas

Tabla VII.1. Significancia de los impactos sin medidas. 30
Tabla VII.2. Significancia de los impactos con medidas. 34

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el presente capítulo se detallan los diferentes escenarios del área en donde se pretende llevar a cabo el **Proyecto**. En consecuencia, es necesario entender que un escenario se considera como la descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable. Los escenarios describen eventos y tendencias y cómo éstas pueden evolucionar en tiempo y espacio (Firmenich, 2009). También se puede definir como un retrato significativo y detallado de un admisible, recomendable y coherente mundo futuro. En él se pueden ver y comprender claramente los problemas, amenazas y oportunidades que tales circunstancias pueden presentar.

El desarrollo de los escenarios permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, con y sin la presencia del **Proyecto**, permitiendo comparar las condiciones ambientales actuales y posteriores a su ejecución.

Para ello, se compara la situación ambiental existente con la que se espera generar como consecuencia de la implementación del **Proyecto**, por lo que la línea base (condiciones iniciales del **SAR**, **AI** y el **AP** descritos en la información del capítulo IV de la **MIA-R** constituye una fuente de información primordial para determinar los impactos ambientales esperados por la ejecución del **Proyecto**.

De este modo, una vez caracterizada la línea base del **SAR** y el **AP**, se procede a identificar los impactos ambientales que generaría el **Proyecto** y el posterior establecimiento de los programas, medidas y acciones de prevención, mitigación y/o compensación, con el objetivo de describir los diversos escenarios en el área en donde se pretende realizar el mismo.

Por otro lado, la elaboración de pronósticos ambientales considera el carácter significativo de los impactos, ya que guardan una relación proporcional a las alteraciones en los diferentes componentes ambientales identificados.

El interpretar o describir las derivaciones y perspectivas de acciones a futuro es un proceso complejo. Sin embargo, existen metodologías para la formulación de escenarios, como los pronósticos cualitativos y cuantitativos, estudios prospectivos, simulaciones, modelos causales, entre otros, que nos proporcionan indicios de los resultados que podrían esperarse posterior a la implementación de una acción (en este caso, la ejecución del **Proyecto**).

El objetivo de cualquiera de estos métodos es pronosticar escenarios coherentes y acordes a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto (Vergara, *et al.* 2010), siendo así, los escenarios se pueden clasificar de la siguiente manera:

Escenarios posibles. Son todos aquellos escenarios que se puedan imaginar sin importa si su probabilidad de ocurrencia es alta o baja.

Escenarios realizables. Son los escenarios cuya ocurrencia es factible, teniendo en cuenta las restricciones del sistema de estudio.

Escenarios deseables. Son los escenarios a los que los actores desean llegar, también pueden ser calificados como escenarios más convenientes. Forman parte de los escenarios posibles y no necesariamente son realizables.

De acuerdo con Ogayar (2001), el método de escenarios consta de dos fases que a continuación se mencionan:

1. **Elección de variables relevantes o elaboración de base.** En esta etapa se trata de realizar la identificación de las variables y la selección adecuada de los factores que pueden influir en el estudio prospectivo.
    - **Elección de horizonte temporal y espacial.** Se refiere a la elección del periodo considerado como futuro, así como el ámbito territorial en el que se desarrollará la acción.
    - **Elección de variables**. Se elegirán los fenómenos o factores que puedan tener una mayor incidencia en nuestro estudio.
    - **Asignación de probabilidades de ocurrencia**. Existen dos tipos de probabilidades, la de ocurrencia que consiste en señalar la posibilidad de que la variable considerada llegue a presentarse y la probabilidad de importancia que consiste en indicar el grado de relevancia que tiene la variable en cuestión.
    - **Estudio de inconsistencias y eliminación de algunas variables**. Por inconsistencia se entiende una relación entre variables que no puede existir. En el caso de encontrarse una inconsistencia se deberán de eliminar las variables que la crean.
2. **Elaboración de escenarios**. A partir de la elección de las variables relevantes, seleccionadas en el punto anterior, se procede a la creación de los escenarios. Posteriormente, se describen las implicaciones de cada uno de ellos y se realiza una serie de recomendaciones con base en cada uno de ellos.

Además de lo anterior, debe mencionarse que gran parte del método de los escenarios se ha completado a lo largo de la presente **MIA-R** a través de los capítulos II, IV, V y VI:

Conforme a lo anterior, en este apartado se describen las tendencias de los componentes ambientales con base en tres escenarios:

- Escenario sin **Proyecto** (situación actual o línea base).
- Escenario con **Proyecto** sin medidas de mitigación.
- Escenario con **Proyecto** con medidas de mitigación.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto (línea base)

VII.1.1. Clima

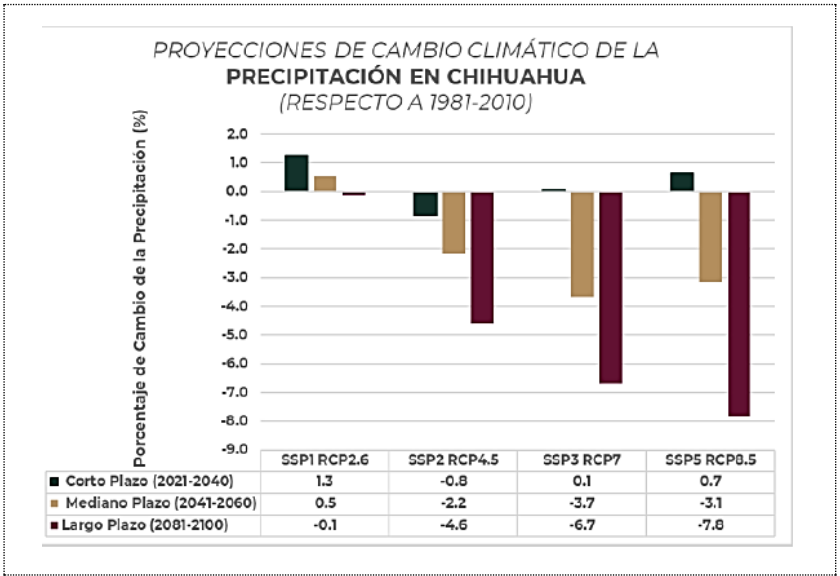
Situación actual. El SAR, AI y AP se ubican en una zona de baja y media vulnerabilidad al cambio climático en el aspecto de inundaciones debido a que en la región norte del país la precipitación es muy baja, donde la precipitación anual más alta registrada por las

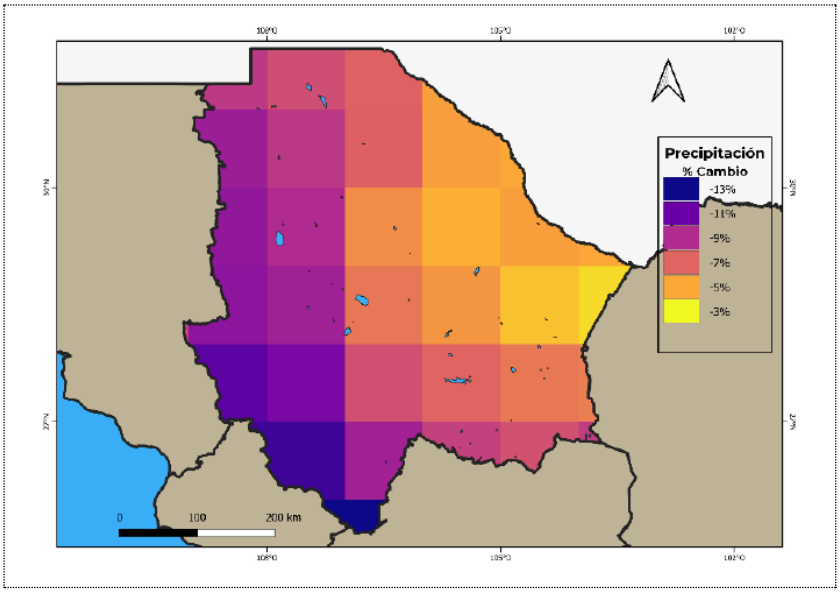
estaciones consultadas es de 527.6 mm (Estación Pilares de Nacozari) en la zona de las secciones 10 a 20; mientras que respecto a deslaves se encuentra en un rango de alta vulnerabilidad, donde las secciones que alcanzan este rango son de la 12 a la 17 y de la 19 a la 23, siendo estas las que presentan una mayor exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

Tendencia. De acuerdo con los 4 modelos utilizados para las proyecciones de cambio climático (INECC, 2022), todos los municipios sobre los cuales inciden el SAR, AI y AP presentan un incremento de vulnerabilidad a inundaciones y deslaves, siendo los de mayor incremento los municipios de Guadalupe (Chihuahua), Benjamín Hill, Opodepe y Santa Ana (Sonora) en el caso de inundaciones; así como Ahumada, Buenaventura, Galeana e Ignacio Zaragoza (Chihuahua), Benjamín Hill y Santa Ana (Sonora), en el caso de deslaves.

A nivel estatal, como se observa en las siguientes figuras, las proyecciones de la precipitación para el estado de Chihuahua muestran en el escenario más favorable (SSP1 RCP 2.6) una ligera variación de la precipitación en los diferentes periodos, mientras que en el escenario más pesimista (SSP5 RCP 8.5) tiene un ligero incremento en el corto plazo, y una disminución gradual de la precipitación en el mediano y largo plazo hasta llegar a 7.8% por debajo con respecto a 1981-2010. En el mapa se observa que el mayor porcentaje de cambio (disminución) de la precipitación al suroeste del estado de Chihuahua, mientras que la zona norte en la cual se ubican el SAR, AI y AP presentan un cambio medio.

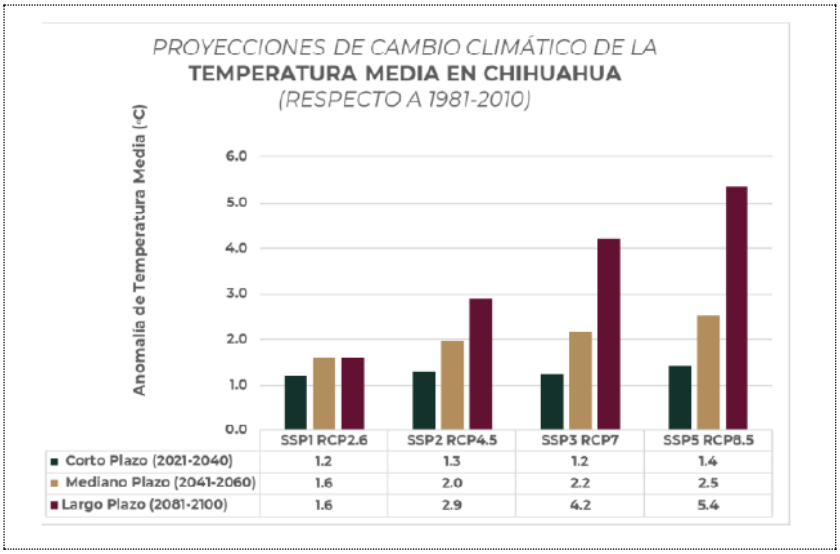
Figura VII.1. Proyecciones de cambio climático de la precipitación en Chihuahua.



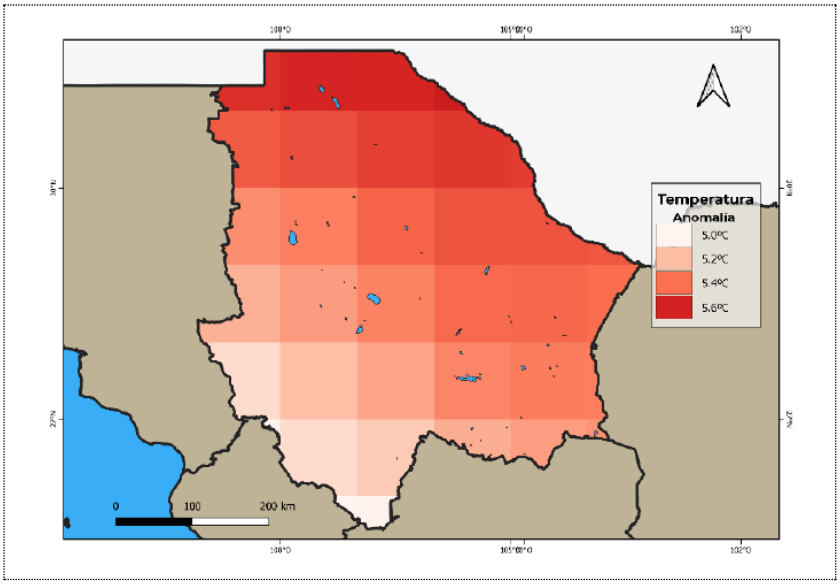


Como se observa en las siguientes figuras, las proyecciones de la temperatura para el estado de Chihuahua muestran en todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual de la temperatura que va de 1.2 a 1.6ºC en el escenario más favorable (SSP1 RCP2.6), y de 1.4 a 5.4ºC en el escenario más pesimista (SSP5 RCP8.5). En el mapa se puede observar el mayor incremento de la temperatura al norte del estado de Chihuahua.

Figura VII.2. Proyecciones de cambio climático de la temperatura en Chihuahua.

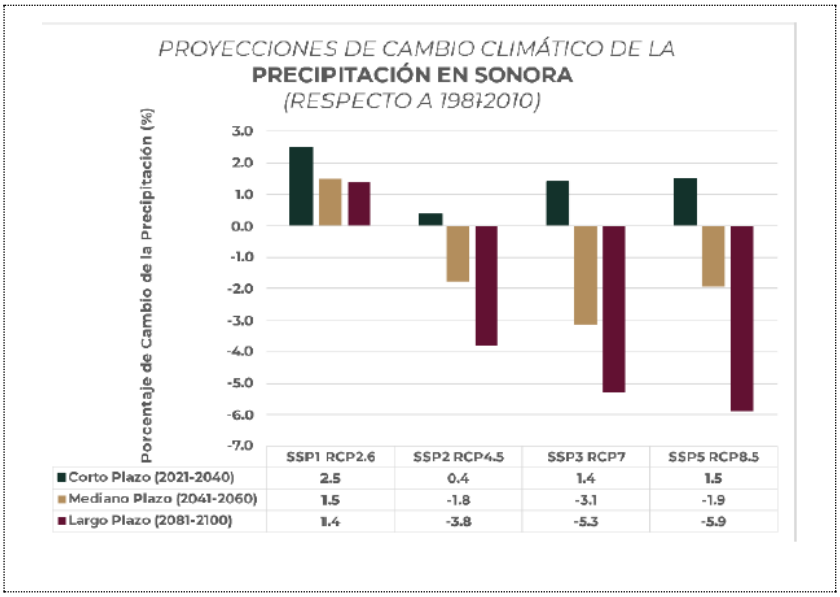


	SSP1 RCP2.6	SSP2 RCP4.5	SSP3 RCP7	SSP5 RCP8.5
Corto Plazo (2021-2040)	1.2	1.3	1.2	1.4
Mediano Plazo (2041-2060)	1.6	2.0	2.2	2.5
Largo Plazo (2081-2100)	1.6	2.9	4.2	5.4

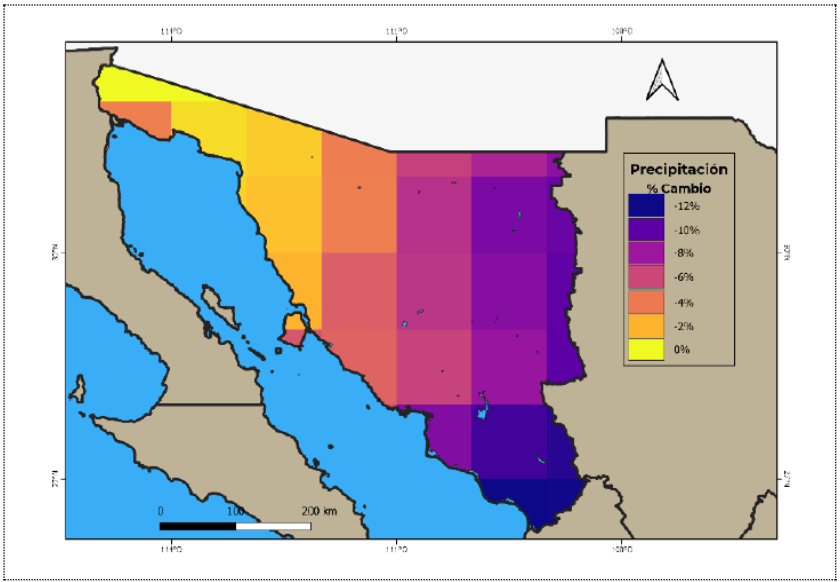


En la entidad de Sonora, como se muestra en las siguientes figuras, las proyecciones de la precipitación muestran en el escenario más favorable (SSP1 RCP2.6) un ligero incremento de la precipitación en todos los periodos, mientras que en el escenario más pesimista (SSP5 RCP8.5) hay un ligero incremento en el corto plazo y disminución gradual de la precipitación en el mediano y largo plazo hasta llegar casi a un 6% por debajo con respecto a 1981-2010. En el mapa se observa que el mayor porcentaje de cambio (disminución) de la precipitación al este y sur del estado de Sonora, mientras que la zona norte en la cual se ubican el SAR, AI y AP presentan un cambio menor en la zona oeste y medio en la zona este.

Figura VII.3. Proyecciones de cambio climático de la precipitación en Sonora.

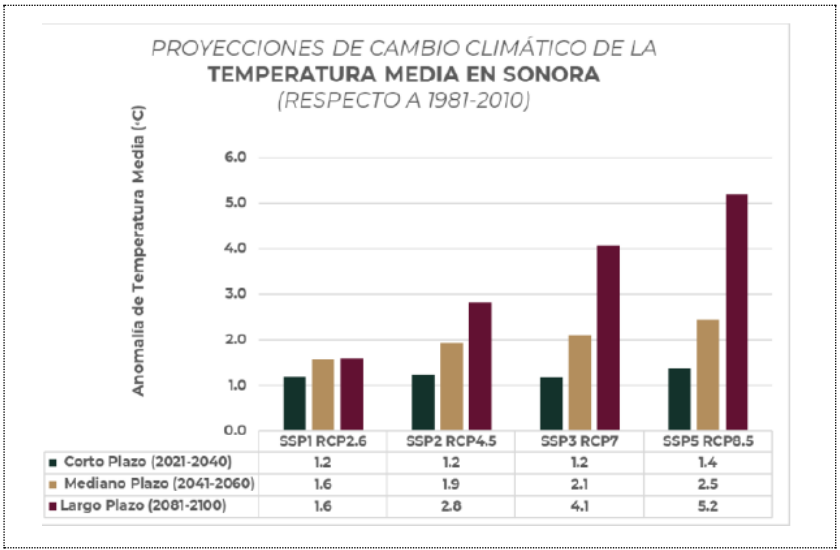


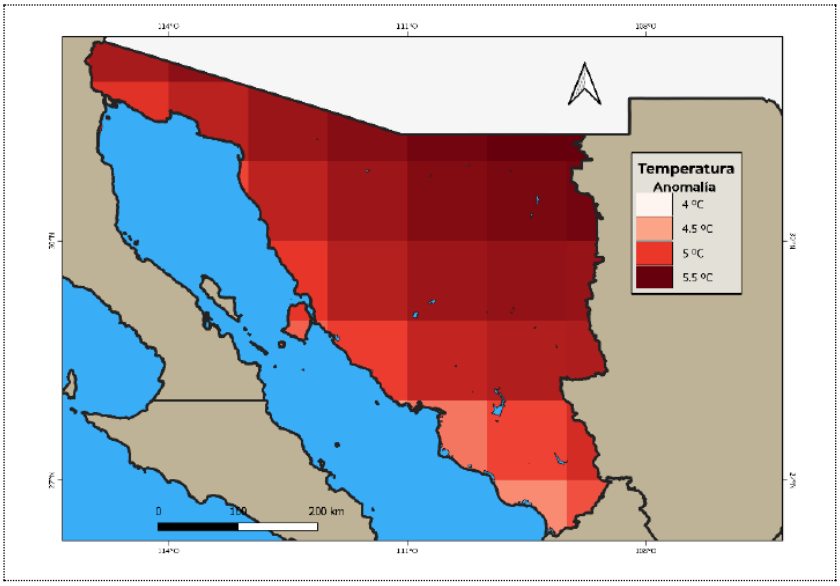
	SSP1 RCP2.6	SSP2 RCP4.5	SSP3 RCP7	SSP5 RCP8.5
Corto Plazo (2021-2040)	2.5	0.4	1.4	1.5
Mediano Plazo (2041-2060)	1.5	-1.8	-3.1	-1.9
Largo Plazo (2081-2100)	1.4	-3.8	-5.3	-5.9



Las proyecciones de la temperatura muestran en todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual de la temperatura que va de 1.2 a 1.6ºC en el escenario más favorable (SSP1 RCP2.6), y de 1.4 a 5.2ºC en el escenario más pesimista (SSP5 RCP8.5). En el mapa se puede observar el mayor incremento de la temperatura al norte y noreste del estado de Sonora.

Figura VII.4. Proyecciones de cambio climático de la temperatura en Sonora.





VII.1.2. Aire

Situación actual. Las fuentes de emisiones de contaminantes atmosféricos y ruido más importantes presentes en todas las secciones son las carreteras y caminos de terracería, debido al tránsito vehicular, el cual genera emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles y suspensión de partículas sólidas; estas fuentes tienen menor incidencia en la sección 1, 2, 12, 15, 24, 25, y 26. Respecto a las fuentes de áreas tenemos la presencia de asentamientos humanos y áreas agrícolas, sin embargo, estas tienen muy baja incidencia en el área de estudio, de acuerdo con el USV observado ocupan apenas el 4.4% de la superficie del SAR, 2.7% del AI y 2.6% del AP, con presencia en todas las secciones, pero con menor incidencia en la sección 1, 12, 13 y 15. En cuanto a las fuentes fijas o puntuales, CENAPRED (2018), identifica la presencia de fuentes industriales que podrían estar afectando la calidad del aire de las secciones 21 y 27. Finalmente se señala que, los contaminantes generados por las fuentes mencionadas son disipados por la acción del viento el cual presenta velocidades de 3.6 a 5.7 m/s.

Tendencia. La presencia de fuentes contaminantes de origen antropogénico tiene una tendencia al incremento en caso de aumento del tránsito vehicular, asentamientos humanos o fuentes fijas como nuevos establecimientos industriales.

VII.1.3. Suelos

Situación actual. La mayor parte de la superficie del SAR, AI y AP se encuentra cubierto con vegetación natural, lo cual sugiere que el suelo presenta un bajo nivel de degradación, con erosión hídrica y eólica clasificadas como “baja” y “sin erosión”, cuyas tasas de erosión son menores a 7.04 y 5.3 ton/ha/año, respectivamente; siendo la erosión eólica el proceso más importante en la pérdida de suelo, el cual se presenta principalmente en la zona oriente en las secciones de la 1 a la 9, donde las tasas de erosión son superiores a 3 ton/ha/año;

por su parte la erosión hídrica cobra importancia en las secciones 14 a 21 principalmente donde la pendiente y la precipitación más altas dan lugar a tasas de erosión mayores a 5 ton/ha/año.

Respecto a su calidad, no se identifican fuentes importantes de degradación, dado que la incidencia de asentamientos humanos y/o actividades agrícolas es muy baja, en apenas el 4.4% de la superficie del SAR, 2.7% del AI y 2.6% del AP (de acuerdo con el USV observado), con presencia en todas las secciones.

Tendencia. Las tasas de erosión se mantendrán en aquellos sitios que permanezcan en las mismas condiciones de cobertura vegetal, mientras que podrá incrementarse derivado de cambios de uso de suelo para desarrollo de infraestructura, expansión de asentamientos humanos o áreas agrícolas.

VII.1.4. Hidrología

Situación actual. La presencia de escurrimientos superficiales perennes es baja en el área de estudio, aquellos que se encuentran presentes se concentran en la zona centro, principalmente en la sección 11, cuya calidad se encuentra clasificada con semáforo verde, es decir, cumple con todos los indicadores analizados.

Respecto a la hidrología subterránea, se observa que, la mayor superficie del SAR, AI y AP se ubican sobre acuíferos sin disponibilidad de agua, en las secciones 1 a 11, 17, 18 y 20 a 27, así mismo se observa que de los acuíferos con sitios de monitoreo de calidad, la mayor superficie del área de estudio presenta un semáforo verde, es decir, cumple con todos los indicadores analizados.

Por otro lado, de acuerdo con las estimaciones de infiltración, se tiene que actualmente en el SAR del volumen total de agua que se precipita el 78.74% se pierde en evapotranspiración, el 6.55% se escurre y sólo el 14.71% se infiltra, porcentaje que equivale a 1,511,665,589.59 m³/año; mientras que, en el AI del 100% de la precipitación, el 77.94% se evapora, el 6.32% se escurre y el 15.74% se infiltra, este último equivale a 82,785,623.85 m³/año; finalmente, en el AP en condiciones actuales, del total precipitado, 77.94% se evapora, 4.37% se escurre y 17.69% se infiltra, infiltración que equivale a 1,465,005.43 m³/año.

Por sección se obtuvo que la mayor cantidad de infiltración se da de las secciones 9 a 20 en donde se presenta la mayor superficie con vegetación templada y la mayor precipitación anual (527.6 mm).

Tendencia

El volumen de infiltración se mantendrá en aquellos sitios que permanezcan en las mismas condiciones de cobertura vegetal, mientras que podrá verse disminuida derivado de cambios de uso de suelo para el desarrollo de infraestructura, expansión de asentamientos

humanos o áreas agrícolas, cuya afectación es mayor en la zona entre las secciones 9 y 20 por las condiciones de vegetación y precipitación.

VII.1.5. Uso de suelo y vegetación

Situación actual. En el SAR se registraron 19 tipos de vegetación forestal característicos de comunidades, áridas, semiáridas y templadas, así como 12 usos de suelo distintos al forestal, tales como diferentes tipos de agricultura, áreas desprovistas de vegetación, asentamientos humanos y cuerpos de agua; en el AI se encuentran 15 tipos de vegetación forestal y 7 usos de suelo no forestales; mientras que en el AP hay presencia de 14 tipos de vegetación forestal y 5 usos de suelo no forestales.

De acuerdo con la distribución en superficies, los diferentes tipos de vegetación forestal ocupan el 92.8% del SAR, 96.4% del AI y 96.4% del AP. Estos tipos de vegetación se registraron como vegetación primaria y también en fase de sucesión secundaria.

Por sus características tanto físicas como biológicas, la República Mexicana se agrupa en ecorregiones, las cuales son zonas que comparten características similares; en este contexto, el SAR, AI y AP se encuentran en 5 ecorregiones, de las cuales la Ecorregión 01 y 05 son zonas en las cuales dominan los tipos de vegetación árida y semiárida, la Ecorregión 02 y 04 son zonas de transición entre vegetación árida y semiárida con vegetación templada, mientras que la Ecorregión 03 sólo posee vegetación templada tales como bosques de pino, encino y sus variantes.

Algunas secciones del Proyecto se encuentran presentes en 2 ecorregiones, sin embargo por dominancia en superficie se observa que en la Ecorregión 01 las secciones presentes son de la 1 a la 7, la Ecorregión 02 presenta las secciones 8 y 9, la Ecorregión 03 abarca las secciones 10 a 13, la Ecorregión 04 contiene las secciones 14 a 20 y la Ecorregión 05 presenta las secciones 21 a 27; de acuerdo con esto, la vegetación árida y semiárida, de la cual destacan el matorral desértico micrófilo, rosetófilo, sarcocaule, pastizal natural, pastizal halófilo y mezquital xerófilo, se distribuyen en las secciones 1 a 7 y 21 a 27; la vegetación templada, de la cual destacan el bosque de encino, bosque de encino pino y bosque de pino encino se encuentran entre las secciones 10 a 13; mientras que el resto de las secciones (8,9 y 14 a 20) presentan ambos tipos de ecosistemas y zonas de transición.

Respecto a los servicios ambientales de almacenamiento de carbono y generación de oxígeno prestados por la vegetación forestal y no forestal presente en el SAR, AI y AP, se obtuvo que la cantidad de carbono captado actualmente en la superficie total del SAR corresponde a 280,556,970.11 ton/año, en el AI es de 14,026,350.14 ton/año y en el AP corresponde a 221,736.42 ton/año; así mismo, la cantidad de oxígeno generado por los diferentes tipos de vegetación presentes actualmente en la superficie total del SAR corresponde a 738,476,977.93 ton/año, en el AI es de 37,377,757.19 ton/año y en el AP corresponde a 563,566.20 ton/año.

Tendencia. El uso de suelo y vegetación podrá sufrir presiones antrópicas debido al crecimiento de infraestructura en la zona sobre los usos de suelo principalmente los forestales, los cuales presentan dominancia en el área de estudio; así como por el establecimiento o expansión de instalaciones industriales de la región, disminuyendo las superficies de cobertura vegetal en el SAR, AI y AP.

VII.1.6. Flora

Situación actual. En cuanto a vegetación, los ecosistemas que presentan una alta diversidad son BPQ, BQ, BQP, MDR, MSC y PN, tanto en el SAR, como en el AI y AP; así como MDM en el SAR y AI, MST en el SAR y VH en el AP; los cuales se encuentran presentes en distribución variable en todas las ecorregiones y secciones.

Por el contrario, los tipos de vegetación que resguardan la menor diversidad son MK y VHH, la primera presente tanto en el SAR como en el AI y AP, y la última presente sólo en el SAR; estos tipos de vegetación se encuentran presentes en la Ecorregión 02, 04 y 05, secciones 5 a 9, 14, 15 y 27.

De las especies registradas se localizaron 7 listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 3 se encuentran en la categoría de amenazada (*Carnegiea gigantea*, *Dasylirion acrotrichum* y *Glandulicactus uncinatus*) y 4 sujetas a protección especial (*Epithelantha micromeris, Ferocactus cylindraceus, Lophocereus schottii* y *Olneya tesota*); de estas especies, 4 se registraron en el AP: *Ferocactus cylindraceus, Glandulicactus uncinatus, Lophocereus schottii* y *Olneya tesota*.

Respecto a su distribución, se registraron 24 especies endémicas a México, de las cuales las siguientes 19 especies se registraron en el AP: *Adenophyllum cancellatum, Agave palmeri, Atriplex barclayana, Brickellia spinulosa, , Bursera laxiflora, Ceanothus buxifolius, Eragrostis obtusiflora, Fouquieria columnaris, Havardia mexicana, Jatropha cordata, Mammillaria sheldonii, Pachycereus pringlei, Packera candidissima, Pinus leiophylla, Quercus macvaughii, Quercus sideroxyla, Sideroxylon occidentale, Viscainoa geniculata* y *Yucca madrensis.*

Por otro lado, cabe señalar que se registraron 11 especies exóticas, de las cuales 1 es además invasora, especies indicadoras de cierto grado de perturbación para la zona en la cual fueron registradas; todas presentes en el SAR y la mayoría presentes en el AI y AP.

Tendencia. La pérdida de la cobertura vegetal en los diferentes tipos de vegetación presentes en el SAR, AI y AP debido a las modificaciones por infraestructura nueva principalmente trae consigo la pérdida de diversidad de flora de especies nativas, endémicas y protegidas.

VII.1.7. Fauna

Situación actual. En cuanto a fauna se observa que el SAR es el sitio más diverso y con mayor abundancia, seguido por el AI y, finalmente, por el AP, esto indica que el SAR y AI albergan ecosistemas mejor conservados que los que se encuentran en el AP. De forma específica se obtuvo que el grupo con mayor diversidad de Shannon y riqueza registrada fue el de las aves; mientras que, el grupo más abundante fue el de los mamíferos (debido a los registros de quirópteros). El grupo con menor abundancia y riqueza fue el de los anfibios. Esto puede deberse a la etología de los organismos, considerando que las aves tienen una mayor movilidad y son más fáciles de detectar; caso contrario, muchas especies de los otros grupos taxonómicos son más difíciles de observar, considerando, además que la mayoría suele huir ante la presencia humana.

De acuerdo con los listados obtenidos, ocho de las especies registradas se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres en la categoría de amenazadas (A) y cinco sujetas a protección especial (Pr): *Masticophis flagellum, Uta stansburiana, Crotalus atrox, Crotalus Lepidus, Crotalus pricei, Buteo swainsoni, Parabuteo unicinctus* y *Falco mexicanus*.

Específicamente en el AP, de las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registraron cuatro especies de reptiles: dos en la categoría de amenazadas (A) y dos sujetas a protección especial (Pr); además de dos especies de aves sujetas a protección especial (Pr): *Masticophis flagellum, Uta stansburiana, Crotalus atrox, Crotalus pricei, Buteo swainsoni y Parabuteo unicinctus.*

En lo que respecta a la distribución, únicamente en el grupo de las aves se registró la presencia de especies con alguna restricción, siendo identificada a *Calocitta colliei* que es considerada como endémica, además se registraron tres especies catalogadas como semiendémicas (*Icterus cucullatus, Empidonax wrightii* y *Tyrannus vociferans*) y dos como cuasiendémicas (*Poecile sclateri* y *Junco phaeonotus*); todas estas con registro en el AP.

Dada la movilidad de la fauna, se considera que la fauna registrada puede tener presencia tanto en el SAR como en el AI y en el AP, con desplazamiento entre ecosistemas similares a los propios del hábitat de cada especie.

Tendencia. La pérdida de la cobertura vegetal que llegue a presentar el SAR, AI y AP debido a las modificaciones por infraestructura nueva principalmente, tendrá como efecto colateral la pérdida de hábitats para el descanso, refugio, alimentación y reproducción de la fauna silvestre, provocando su desplazamiento, especialmente de aquellas especies más sensibles, tales como reptiles o mamíferos, mientras que las aves por su amplia movilidad son las que resultarán menos afectadas.

VII.1.8. Paisaje

Situación actual. La calidad paisajística actual es alta en el 52.46% de la superficie del SAR, 39.12% del AI y 38.90% del AP; la calidad es media en el 47.54% del SAR, 60.88%

del AI y 61.10% del AP. Las secciones en las cuales predomina una calidad paisajística alta son de la 10 a la 13 y de la 21 a la 27, ubicadas en las Ecorregiones 03 y 05; en el resto de las secciones predomina una calidad media (Ecorregiones 01, 02 y 04).

La capacidad de absorción visual es alta y por lo tanto la fragilidad es baja en el 79.16% del SAR, 61.08% en el AI y 61.29% en el AP. La capacidad de absorción visual es baja y por lo tanto la fragilidad es alta en el 20.84% del SAR, 38.92% del AI y 38.71% del AP.

Las secciones que presentan una mayor capacidad de absorción visual, es decir una mayor capacidad para asimilar los cambios que ahí se produzcan y que por lo tanto poseen una fragilidad baja son de la 1 a la 9 (Ecorregiones 01 y 02) y de la 20 a la 27 (Ecorregión 05), el resto de las secciones (10 a la 19, Ecorregiones 03 y 04) presentan una fragilidad alta, lo cual se debe a que en las secciones 10 a 19 ubicadas en las Ecorregiones 03 y 04 están dominadas por topoformas de sierra, por lo cual presentan las pendientes más fuertes de toda el área de estudio, en este sentido, de presentarse algún cambio en la superficie, principalmente por pérdida de cobertura vegetal, tienen mayor susceptibilidad a presentar incremento de otros cambios tales como una mayor tasa de erosión.

Por sus características de relieve, tipos de vegetación y presencia de escurrimientos superficiales, la ecorregión más sensible sería la 03, dado que posee una calidad y fragilidad alta, seguida de la Ecorregión 04, la cual posee una calidad media y una fragilidad alta; le sigue la Ecorregión 05 con una calidad alta y fragilidad baja; mientras que, las Ecorregiones 01 y 02 tienen una calidad media y una fragilidad baja, siendo las de menor sensibilidad.

Tendencia. Las pérdidas de cobertura vegetal continuarán originando modificaciones en el paisaje, debido a que de este factor dependen ciertas características de calidad, tales como color, fondo escénico, rareza, actuación humana, tasas de erosión y diversidad, principalmente.

VII.1.9. Medio socioeconómico

Situación actual. Todos los municipios en los cuales inciden el SAR, AI o AP presentan un grado de marginación bajo o muy bajo, indicador que sugiere que la mayor parte de la población presente en esos municipios tiene acceso a bienes, vivienda y servicios de educación y salud, lo cual les brinda mayores oportunidades, incidiendo en los niveles de bienestar y en la creación de capacidades, recursos y, por ende, en el desarrollo. Finalmente se señala que dentro del SAR no se registra presencia de pueblos indígenas.

Tendencia. El desarrollo de nuevos proyectos en la región traerá consigo el incremento en las fuentes de empleo directos e indirectos, lo cual repercutirá en un mayor poder adquisitivo para las familias con mejoras en las oportunidades de acceso a bienes y servicios.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

VII.2.1. Clima

Situación con Proyecto. El desarrollo del Proyecto no modificará el clima, dado que este depende de factores globales, en este sentido se mantendrán las proyecciones de vulnerabilidad y cambios en la precipitación y temperatura que fueron descritos en el apartado anterior "Descripción y análisis del escenario sin proyecto".

Tendencia. Se mantendrán las proyecciones de vulnerabilidad y cambios en la precipitación y temperatura que fueron descritos en el apartado anterior "Descripción y análisis del escenario sin proyecto".

VII.2.2. Aire

Situación con Proyecto. El Proyecto generará emisiones de gases contaminantes, polvo y ruido, por el uso de maquinaria y equipo durante las etapas de preparación de sitio y construcción, principalmente cuando se ejecuten las actividades de desmonte, apertura de derecho de vía, excavación de la zanja, recomposición del derecho de vía y construcción de estaciones. En la etapa de operación se verá afectado también la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes provenientes de los motocompresores, y de los equipos de generación de energía eléctrica de las estaciones de compresión y la EMRyC; así como posibles emisiones fugitivas de gas natural en la etapa de mantenimiento por las válvulas de desfogue del STGN. Sin embargo, se señala que el mayor nivel de impacto sobre este componente se dará durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

De forma particular, se señala que derivado del uso de maquinaria se generarán emisiones a la atmósfera de gases de combustión, las cuales dependiendo de la maquinaria a emplear se encuentran en los siguientes rangos de contaminantes:

- CO2: de 288.8 a 5,400 kg/mes.
- HC: de 650 a 12,500 kg/mes.
- NOx: de 147.5 a 2,650 kg/mes.
- PM: de 2,300 a 7,265.3 kg/mes.

Mientras que de ruido se estima que por el uso de la maquinaria pueda alcanzar hasta 100 dB.

Tendencia. Estos contaminantes se acumularán de manera temporal a las existentes que se generan por la circulación del transporte en las carreteras y caminos presentes dentro del AP y AI. Aun y cuando dichas emisiones no son significativas, causarán un impacto temporal reversible por la capacidad de asimilación y dispersión de contaminantes que tiene la cuenca atmosférica.

VII.2.3. Suelos

Situación con Proyecto. Las actividades del Proyecto no cambiarán el tipo de suelo presente en el área, sin embargo, pueden existir algunos problemas de contaminación por el uso y manejo inadecuado de aceites y combustibles usados por la maquinaria o por un derrame en caso de averías; por otro lado, podría suceder o generarse el mismo impacto por el manejo inadecuado de residuos en las diferentes etapas del Proyecto. Asimismo, habrá una modificación del suelo por el incremento en la tasa de erosión debido a la remoción de la vegetación por las actividades de desmonte, apertura del derecho de vía y excavaciones durante las etapas de preparación de sitio y construcción.

En un escenario en que ya se hubiera removido la vegetación la tasa de erosión hídrica en el AP pasará a ser de hasta de 30.59 ton/ha/año, presentándose las mayores tasas de erosión en las Secciones 15 y 19. De acuerdo con dicha modificación en el AP se estima que en la totalidad del SAR la pérdida de suelo incremente a 11,169,142.92 ton/año, en el AI será de 427,768.97 ton/año y en el AP será de 25,624.77 ton/año; con un incremento total de 32,340.91 ton/año, lo cual representa el 0.23% en el SAR, 5.99% en el AI y 4.82 veces la erosión actual en el AP. Aún con la remoción de la vegetación las tasas obtenidas se encuentran por debajo de 50 ton/ha/año, clasificándose como erosión baja.

Mientras que, la tasa de erosión eólica en el AP pasará a ser de hasta de 9.69 ton/ha/año, presentándose las mayores tasas de erosión en las Secciones 1, 4 y 5, con tasas superiores a 9 ton/ha/año. De acuerdo con dicha modificación en el AP, se estima que en la totalidad del SAR la pérdida de suelo incremente a 7,457,486.01 ton/año, en el AI será de 316,505.64 ton/año y en el AP será de 8,366.33 ton/año; con un incremento total de 13,316.54 ton/año, lo cual representa el 0.11% en el SAR, 2.64% en el AI y 2.69 veces la erosión actual en el AP. Aún con la remoción de la vegetación las tasas obtenidas se encuentran por debajo de 12 ton/ha/año, clasificándose como "sin erosión".

Tendencia: Las modificaciones que genere el Proyecto se sumarán a los cambios por otras actividades que ocurran en el AI y en el SAR, incrementando la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica, así como por compactación de la superficie, lo cual repercutirá en la disminución de su capacidad productiva.

VII.2.4. Hidrología

Situación con Proyecto. El Proyecto podría afectar o interactuar con la hidrología tanto subterránea como superficial en el caso de un accidente por derrame de hidrocarburos o aceites usados por la maquinaria y equipo o de los diferentes tipos de residuos que se generen durante la ejecución del Proyecto. Asimismo, puede haber afectación a la tasa de infiltración por la pérdida de vegetación por el desmonte, durante las actividades de preparación del sitio y construcción, cuya afectación será mayor en la zona entre las secciones 9 y 20 por las condiciones de vegetación y precipitación.

Una vez realizada la remoción de la vegetación presente en el AP, del total precipitado (8,281,317.57 m³/año), la evaporación será del 77.94% (6,454,590.77 m³/año), el escurrimiento será del 8.83% (731,240.34 m³/año) y la infiltración será del 13.23% (1,095,486.46 m³/año); cuya disminución en la infiltración equivale a 369,518.98 m³/año, lo que representa el 25.22% del total que se infiltra en condiciones actuales; en el AI esta disminución representa el 0.45% y en el SAR es el 0.02%.

Cabe señalar que el Proyecto no modificará los cauces de los escurrimientos superficiales, dado que todos los escurrimientos perennes con los cuales cruza el trazo del Proyecto, mismos que fueron identificados y presentados en la cartografía del capítulo IV (17 cruces) así como los escurrimientos intermitentes de competencia federal, los cuales fueron determinados considerando sus anchos mínimos y profundidad (135 cruces con escurrimientos intermitentes que cumplieran un ancho de 2.0 metros por 0.75 metros de profundidad de acuerdo con el Artículo 3, fracción XI de la Ley de Aguas Nacionales), presentarán cruces especiales que permitirán evitar impactos por modificación de escorrentías. La información acerca de la ubicación y longitud de dichos cruces se presenta en el Capítulo II de esta MIA-R.

Tendencia. El Proyecto no afectará cauces de escurrimientos superficiales, sin embargo, de forma temporal podrá afectar la calidad del agua superficial o subterránea por contaminación con residuos o sustancias usadas principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

VII.2.5. Uso de suelo y vegetación

Situación con Proyecto. Con el desarrollo del Proyecto se modificará el uso de suelo y vegetación, afectando una superficie total de 2,054.34 ha, de las cuales 1,979.39 ha comprende vegetación forestal, la cual será afectada por remoción de 14 tipos de vegetación: bosque de galería, bosque de táscate, bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque de encino-pino, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, bosque de mezquite, mezquital xerófilo, matorral sarcocaule, pastizal halófilo, pastizal natural, vegetación de galería y vegetación halófila xerófila; de las cuales la de mayor superficie es la vegetación de matorral desértico micrófilo, la cual ocupa 842.62 ha.

También es importante establecer que, durante la operación del Proyecto pueden ocurrir daños a la cobertura vegetal presente en el AI por la probabilidad de que ocurra un evento de riesgo no deseado de fuga de gas natural que origine un incendio o explosión.

Adicionalmente, con la remoción de la vegetación forestal se verán afectados servicios ambientales tales como la captura de carbono y la generación de oxígeno, es así como una vez removida la vegetación en el AP, se dejará de captar la totalidad del CO_2 captado actualmente en esta zona, es decir las 221,736.42 ton/año; lo cual a nivel del SAR representa el 0.08% y en el AI corresponde al 1.58%; con esta disminución la cifra de CO_2

captado en la totalidad del SAR pasará a 280,335,379.19 ton/año, en el AI será de 13,804,759.21 ton/año y en el AP será 0.

Una vez removida la vegetación en el AP, se perderá la totalidad del O_2 que actualmente se genera en esta zona, es decir las 563,566.20 ton/año; lo cual a nivel del SAR representa el 0.08% y en el AI corresponde al 1.51%; con esta disminución la cifra de O_2 generado en la totalidad del SAR pasará a 737,913,799.72 ton/año, en el AI será de 36,814,578.98 ton/año y en el AP será 0.

Tendencia. La remoción de la vegetación por el desarrollo del Proyecto incrementará la pérdida de superficie forestales, principalmente de aquellos tipos de vegetación en los cuales predominan formas de vida arbustivas o arbóreas; así mismo incrementará la pérdida de áreas agrícolas; lo cual repercutirá en la disminución de los servicios ambientales de captura de carbono y generación de oxígeno a nivel regional.

VII.2.6. Flora

Situación con Proyecto. Con el desarrollo de la etapa de preparación del sitio y construcción se afectará la abundancia y diversidad de flora presente en el AP debido a la remoción de la vegetación forestal, asimismo, la remoción afectará a individuos de especies de flora listados dentro de una categoría de riesgo o endémicas, esto se considera debido a que, dentro de los puntos de verificación establecidos en el AP se observaron especies endémicas o que se encuentran bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su última modificación. También es importante establecer que, durante la operación del Proyecto pueden ocurrir daños a la flora presente en el AI por la probabilidad de que ocurra un evento de riesgo no deseado de fuga de gas natural que origine un incendio o explosión.

Los tipos de vegetación que resultarán más afectados en el AP en cuanto a su diversidad, dado que son los que presentaron los índices de Shannon más altos son BPQ, BQ, BQP, MDR, MSC, PN y VH; los cuales se encuentran presentes en distribución variable en todas las ecorregiones y secciones.

Las especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas cuyas comunidades resultarán afectadas son las siguientes:

NOM-059-SEMARNAT-2010: *Ferocactus cylindraceus, Glandulicactus uncinatus, Lophocereus schottii* y *Olneya tesota*.

Endémicas: *Adenophyllum cancellatum, Agave palmeri, Atriplex barclayana, Brickellia spinulosa, Bursera laxiflora, Ceanothus buxifolius, Eragrostis obtusiflora, Fouquieria columnaris, Havardia mexicana, Jatropha cordata, Mammillaria sheldonii, Pachycereus pringlei, Packera candidissima, Pinus leiophylla, Quercus macvaughii, Quercus sideroxyla, Sideroxylon occidentale, Viscainoa geniculata* y *Yucca madrensis.*

Sin embargo, es importante señalar que, de forma general se obtuvo que, tanto por ecorregión como por tipo de vegetación y estrato, el AP presenta una riqueza, índice de Shannon e índice de Pielou muy similar a los obtenidos para el AI y el SAR y en la mayoría de los casos inferior, lo cual sugiere que la diversidad presente en el AP se encuentra representada en las demás zonas. Así mismo, los valores de importancia obtenidos muestran que la mayoría de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las endémicas se encuentran bien representadas en los mismos tipos de vegetación en el AI y en el SAR, con índices similares y en muchos casos incluso inferiores en el AP.

Tendencia. El Proyecto se sumará a las actividades que provocan la pérdida de biodiversidad de flora en la región, dado que afectará ejemplares de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas.

VII.2.7. Fauna

Situación con Proyecto. Con el desarrollo del Proyecto se afectará la abundancia y diversidad de fauna presente en el AP por el desplazamiento de los individuos derivado de la presencia de maquinaria, equipos y personal; así como en caso de mortandad o daño accidental o intencional hacia los individuos por parte de los trabajadores, ya sea por parte del personal o por el uso de maquinaria y vehículos. Aunado a lo anterior, se contempla que pueda ocurrir afectación a ejemplares de especies endémicas o en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Así mismo, el hábitat disponible en el AP para la fauna silvestre se perderá por la remoción de la vegetación en 1,979.39 ha (superficie forestal), dando como resultado el desplazamiento de la fauna hacia zonas mejor conservadas. También es importante establecer que, durante la operación del Proyecto pueden ocurrir daños a la fauna presente en el AI por la probabilidad de que ocurra un evento de riesgo no deseado de fuga de gas natural que origine un incendio o explosión y que afecte hábitats aledaños o a la fauna presente en este momento.

Las especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y con algún nivel de endemismo que fueron registradas en el AP y que podrían resultar afectadas son las siguientes:

NOM-059-SEMARNAT-2010: *Masticophis flagellum, Uta stansburiana, Crotalus atrox, Crotalus pricei, Buteo swainsoni y Parabuteo unicinctus.*

Con endemismo: *Calocitta colliei*, *Icterus cucullatus, Empidonax wrightii* y *Tyrannus vociferans*, *Poecile sclateri* y *Junco phaeonotus*.

Cabe mencionar que, sobre todo el grupo de las aves, presentan una alta movilidad y la mayoría de ellas huyen ante la presencia humana, aunado a que no se prevé la colocación de estructuras que puedan ocasionar interacciones negativas con este grupo, se considera este como el menos afectado por la implementación del Proyecto, mientras que los de mayor vulnerabilidad son los de lento desplazamiento tales como los reptiles.

Tendencia. Lo anterior ocasionará que las poblaciones de algunas especies disminuyan en el AP y en el AI durante la etapa de preparación del sitio y construcción, principalmente.

La fauna tendrá una tendencia a desplazarse y adaptarse a los cambios al ambiente, no solo por el desarrollo del Proyecto sino también por el desarrollo industrial, urbano o el aumento de la actividad agrícola, siendo las aves las menos afectadas.

No obstante, cabe señalar que una vez concluido el Proyecto y dado que este no implica el confinamiento del área en la mayor superficie del AP, la fauna podrá volver a usarla como zonas de paso o descanso, por lo cual una vez concluida la preparación y construcción el Proyecto no limitará el movimiento de la fauna silvestre.

VII.2.8. Paisaje

Situación con Proyecto. El impacto sobre la calidad del paisaje es susceptible de presentarse a causa de la remoción de la vegetación, la generación de polvos y presencia de maquinaria durante la construcción, la generación de residuos en caso de un mal manejo de estos, la inserción de las instalaciones superficiales del Proyecto y en caso de ocurrencia de un evento de riesgo durante la operación.

De acuerdo con la valoración de paisaje incluida en el Anexo IV.6, se obtuvo que en todas las ecorregiones los criterios de "Morfología", "Agua" y el criterio "Fondo escénico" permanecerán con la misma calidad sin proyecto y con proyecto, dado que este no afectará esos atributos, mientras que, el criterio de "Vegetación" pasará de una valoración de 5 [Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución heterogénea (de alta diversidad)], a tener la valoración más baja, correspondiente a 1 (ninguna variedad o contraste en la vegetación). El criterio de "Color" también cambiará dado que depende de la presencia de vegetación, pasando de una valoración de 5 y 3 en su calidad actual, a una valoración de 1 con el Proyecto; así mismo, el criterio "Rareza" también cambiará por su dependencia con la presencia de vegetación que resguarda especies endémicas, por lo tanto, pasará de una valoración actual de 6 en las ecorregiones 01, 02, 03 y 05 y valoración de 2 en la ecorregión 04, a una valoración de 1 en cada una de las ecorregiones; y por último, el criterio de "Valoración humana" pasará de una valoración de 2 a una valoración de 0; de tal manera que, dichos cambios se presentan por la remoción de la vegetación de las diversas áreas del Proyecto.

Para la fragilidad y la CAV, se tiene que los criterios de "Pendiente" y "Contraste suelo/roca" se mantienen con las mismas valoraciones en todas las ecorregiones tanto en la situación actual, como con la implementación del proyecto sin medidas; sin embargo, para los criterios "Estabilidad del suelo y erosionabilidad", pasan de una valoración de 3 en todas las ecorregiones, a tener una valoración de 2 en las ecorregiones 01, 02 y 05, mientras que las ecorregiones 03 y 04 quedan con una valoración de 1, esto debido a que en las ecorregiones 03 y 04 se presentan las mayores tasas de erosión; para el criterio "Potencia

de regeneración de vegetación”, los valores cambian para todas las ecorregiones de un 3, a un valor de 1; el criterio de “Diversidad de vegetación” los valores en todas las ecorregiones pasarán de un valor de 3 a un valor de 1; y finalmente, para el criterio “Contraste suelo/vegetación”, la valoración pasará de 1 a un valor de 3 en todas las ecorregiones.

En este sentido, se tiene que la calidad paisajística del AP, la cual será perceptible también en el AI, en las Ecorregiones 01, 02 y 04 pasa de tener una calidad actual media, a tener una calidad con proyecto baja, y en las Ecorregiones 03 y 05 pasa de una calidad actual alta, a una calidad con proyecto baja; mientras que para la fragilidad y CAV, las ecorregiones 03 y 04 se mantienen con una CAV baja y fragilidad alta, sin embargo las ecorregiones 01, 02 y 05 pasan de tener una clase alta de CAV y fragilidad baja, a una CAV y fragilidad media; esto en virtud de la remoción de la vegetación forestal y las actividades que se desarrollarán.

Por sección, se señala que todas presentarán una modificación en su calidad, sin embargo, las que resultarán más afectadas por tener actualmente una calidad alta y pasar a una calidad baja con el Proyecto son las secciones de la 8 a la 14 y de la 20 a la 27.

Tendencia. Debido a que la mayor parte de la infraestructura del Proyecto es subterránea, se considera que el paisaje podrá verse modificado principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción de manera temporal, ya que es cuando se altera la configuración espacial de la calidad escénica por la remoción de vegetación y la presencia de maquinaria y equipo para la inserción de infraestructura nueva. Posteriormente, una vez concluidas las actividades de preparación del sitio y construcción, la modificación es asimilable dado que en la superficie solo serán visibles las instalaciones superficiales y los señalamientos de seguridad, así mismo el resto de la superficie no será sellada, por lo tanto, será posible la regeneración de herbáceas aún y cuando se le de mantenimiento al derecho de vía estas formas de vida podrán permanecer en la superficie.

VII.2.9. Medio socioeconómico

Situación con Proyecto. La implementación del Proyecto no influirá en cambios en la dinámica demográfica de la población presente en el SAR o en los municipios sobre los cuales incide el Proyecto, sin embargo, traerá beneficios por la generación de empleos temporales directos e indirectos, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Tendencia. El Proyecto no generará cambios sustanciales en la población presente en el SAR, sólo impactará de forma temporal en un mayor poder adquisitivo de las familias cuyos miembros lleguen a laborar en el Proyecto.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

VII.3.1. Clima

Situación con Proyecto. El desarrollo del Proyecto no modificará el clima, dado que este depende de factores globales, en este sentido se mantendrán las proyecciones de vulnerabilidad y cambios en la precipitación y temperatura que fueron descritos en la línea base. Considerando que durante la preparación del sitio y construcción habrá emisiones a la atmosfera por la maquinaria, parque vehicular y equipos, las concentraciones de gases que se prevén serán bajos, puntuales y temporales, por lo que no se prevé que puedan ocasionar afectaciones que puedan incidir en la modificación del clima. Asimismo, se prevé la aplicación de medidas como el mantenimiento de maquinaria y equipo, la sustitución de maquinaria con emisiones contaminantes ostensibles.

Tendencia. Se mantendrán las proyecciones de vulnerabilidad y cambios en la precipitación y temperatura que fueron descritos en el apartado de línea base. En este rubro no se prevén afectaciones por la implementación del Proyecto; además de que, por su construcción no se modificarán las proyecciones de vulnerabilidad descritas.

VII.3.2. Aire

Situación con Proyecto y medidas. Si bien por la instalación de los componentes del Proyecto y las actividades inherentes durante la preparación del sitio y construcción se prevé la generación de gases contaminantes, el incremento de partículas suspendidas e incremento en el nivel sonoro, estas afectaciones serán temporales y puntuales, ya que, una vez que termine la etapa constructiva y la maquinaria, equipo y parque vehicular salgan del área del Proyecto estos efectos dejaran de ser registrados. No obstante, se prevé que toda la maquinaria, equipo y parque vehicular sea sometido a mantenimiento periódico, con la finalidad de que se minimicen las emisiones, así como verificar las condiciones de éstos con la finalidad de no registrar derrames de hidrocarburos o aceites, principalmente.

En la etapa operativa se prevé la emisión de gases contaminantes provenientes de los motocompresores, de los equipos de generación de energía eléctrica de las estaciones de compresión y la EMRyC; así como posibles emisiones fugitivas de gas natural en la etapa de mantenimiento por las válvulas de desfogue del STGN; por lo que, con la aplicación de las medidas propuestas en el capítulo VI, se prevé que estas emisiones sean minimizadas; en este sentido, se tendrá un funcionamiento adecuado del sistema de venteo de gas, de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas, la aplicación efectiva de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión, válvulas de seccionamiento y ERMyC Puerto Libertad, principalmente.

Tendencia. Estos contaminantes se acumularán de manera temporal a las existentes que se generan por la circulación del transporte en las carreteras y caminos presentes dentro del AP y AI. Aun y cuando dichas emisiones no son significativas, causarán un impacto temporal reversible por la capacidad de asimilación y dispersión de contaminantes que tiene

la cuenca atmosférica. Aunado a que, con la correcta aplicación de las medidas propuestas, se prevé que la emisión de contaminantes sea mínima, considerando que la combustión de la maquinaria, equipos y vehículos sea óptima.

VII.3.3. Suelos

Situación con Proyecto y medidas. Las posibles afectaciones a este componente se relacionan con derrames potenciales de aceites, diésel o hidrocarburos, así como por un mal manejo de residuos en las diferentes etapas del Proyecto. Sin embargo, se prevé la capacitación del personal de obra en temas relacionados con la protección del recurso edáfico, el uso de kit antiderrames que será utilizado durante la recarga de combustibles, un programa de manejo integral de residuos, que las áreas que sean autorizadas para el Proyecto sean delimitadas de forma previa a iniciar los trabajos, la colocación de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo, el mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipo; así, se prevé minimizar o evitar los impactos identificados.

Aunado a lo anterior, considerando la remoción de vegetación y el potencial incremento de la erosión en el DDV, al finalizar la etapa constructiva se permitirá la regeneración natural de las áreas de ocupación temporal y de aquellas otras donde sea posible y que no interfiera con los componentes del Proyecto o las actividades de mantenimiento. Si bien la tasa de erosión calculada indica que el DDV se encuentra en un área clasificada como “sin erosión”, con la aplicación de las medidas se evitará la pérdida de suelos, ya que las raíces de las herbáceas ayudan a retener el suelo, evitando así su pérdida.

Tendencia. Las modificaciones que genere el Proyecto se sumarán a los cambios por otras actividades que ocurran en el AI y en el SAR, incrementando la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica, así como por compactación de la superficie, lo cual repercutirá en la disminución de su capacidad productiva. No obstante que, al ser aplicadas las medidas, estos efectos serán minimizados.

VII.3.4. Hidrología

Situación con Proyecto y medidas. Las interacciones del Proyecto con el componente hidrológico se relacionan con la calidad del agua superficial por derrames accidentales de hidrocarburos, diésel o aceites usados por la maquinaria, equipo o vehículos que se encuentren en el AP durante alguna de las etapas del Proyecto; así como por una gestión inadecuada de residuos que se generen. En este sentido, se prevé someter a mantenimiento la maquinaria, equipos y vehículos que sean utilizados durante la implementación del Proyecto, el reemplazo de maquinaria, vehículos o equipo que se encuentre en mal estado y con emisiones contaminantes ostensibles, una correcta gestión de residuos donde se contempla también el plan de atención a derrames de sustancias y

combustibles. Con la aplicación de estas acciones se prevé que las afectaciones identificadas para el componente hidrológico sean evitadas y minimizadas.

Otra de las afectaciones identificadas es la probable disminución de la infiltración en las áreas donde sea implementado el Proyecto y sus componentes, esto derivado de la remoción de vegetación y, al quedar el suelo desnudo, se incrementan los escurrimientos y se disminuye la infiltración del agua al subsuelo. Por lo que, una vez que se termine la etapa constructiva, se permitirá la regeneración natural de las áreas de ocupación temporal y de aquellas otras áreas donde sea factible, con lo cual se prevé restablecer, en la medida de lo posible, la pérdida de infiltración en las áreas de ocupación del Proyecto, aunado a que la mayor parte de las áreas de ocupación permanente no serán selladas con materiales que impidan la infiltración, por lo que la interacción negativa entre el Proyecto y la hidrología será temporal y puntual.

Aunado a lo anterior, a lo largo del DDV se prevé la instalación de cortacorrientes de agua pluvial y zanjas de desagüe en aquellos puntos que se identifiquen con un riesgo potencial a sufrir afectaciones por las corrientes que se forman después de una precipitación pluvial y que pudieran causar afectaciones a los componentes del Proyecto o los recursos edáfico o hidrológico en el AP o sus inmediaciones.

Tendencia. Por la implementación del Proyecto no se prevén afectaciones a los cauces de escurrimientos superficiales; no obstante que, si se podrían registrar afectaciones a la calidad del agua por un manejo inadecuado de residuos, hidrocarburos, diésel o aceites, razón por la cual se plantearon las medidas encaminadas a evitar, disminuir o minimizar estas interacciones negativas.

VII.3.5. Uso de suelo y vegetación

Situación con Proyecto con medidas. Si bien por la implementación del Proyecto se prevé la remoción de vegetación de catorce tipos de vegetación que ocupan en su totalidad 1,979.39 ha, lo que se traduce en el 96.4% de la superficie total del Proyecto, se prevé la implementación de medidas que minimicen o compensen esta pérdida. En este sentido, con la finalidad de minimizar las afectaciones, se prevé el rescate y reubicación de ejemplares de especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) o bien que son catalogadas como endémicas, de importancia ecológica, lento crecimiento o importancia etnobotánica. Los individuos que sean rescatados y reubicados, serán monitoreados de forma periódica, con la finalidad de mantener al menos el 85% de sobrevivencia y, en caso de que este valor se vea disminuido, se llevará a cabo la reposición de individuos.

Aunado a lo anterior, al finalizar la etapa constructiva, se promoverá la revegetación natural en las áreas de ocupación temporal y en aquellas otras donde sea factible y que no se tengan interacciones negativas con los componentes del Proyecto. Con esta medida, al ser

una sucesión natural, se espera que las poblaciones afectadas puedan restablecerse de forma más rápida, tomando en consideración la resiliencia de los ecosistemas. Con el restablecimiento de la cubierta vegetal, también se espera recuperar aquellos servicios ambientales que se vean afectados por la remoción de vegetación.

Asimismo, durante la etapa operativa, existe el riesgo de fuga de gas natural que pueda originar un incendio o explosión y, por ende, afectaciones a los ecosistemas que se encuentren en las inmediaciones del sitio donde ocurra el evento. En este sentido, se plantearon medidas encaminadas a evitar o minimizar el riesgo de ocurrencia de este evento; esto es que, se tendrá un funcionamiento adecuado del sistema de venteo de gas, de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas, la aplicación efectiva de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión, válvulas de seccionamiento y ERMyC Puerto Libertad.

Tendencia. Si bien existirá un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en una superficie que no es despreciable, no se prevé el sellamiento del suelo en la mayor parte de la superficie considerada para la implementación del Proyecto, además de que se realizará el rescate y reubicación de aquellas especies de importancia, que se encuentran en alguna categoría de protección a nivel nacional o cuentan con restricciones en su distribución, aunado a que se promoverá la regeneración natural de las áreas donde sea factible, con lo cual se espera minimizar, disminuir o compensar las afectaciones identificadas. Ahora bien, en el AP solo el 2.1% de la superficie corresponde a áreas agrícolas, a nivel nacional esta actividad es una de las principales razones de cambio de uso de suelo y, con la implementación del Proyecto, se podrá frenar esta actividad en el AP.

VII.3.6. Flora

Situación con Proyecto con medidas. Considerando que la remoción de vegetación ocasionará afectaciones a la abundancia de comunidades de especies presentes en el AP, sobre todo de aquellas que se encuentran en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019), con restricciones en su distribución o que sean de lento crecimiento, importancia ecológica, económica o etnobotánica; por lo que, se llevaran a cabo acciones de rescate y reubicación de individuos de flora que cumplan con estos criterios. En este sentido, se prevé el rescate de 16,078 individuos de 9 especies consideradas (cuatro listadas en la NOM y cinco consideradas como endémicas); cabe mencionar que, una de las especies que se encuentra en la NOM-059 es de crecimiento arbóreo (*Olneya tesota*) y puede sobrepasar los dos metros de altura, lo que dificulta el rescate de aquellos ejemplares que sobrepasen ciertas dimensiones; así, la propuesta para esta especie es de rescatar a aquellos ejemplares menores a un metro y, de los ejemplares adultos, se prevé la reposición 1:3, lo que se traduce en que por cada ejemplar adulto, se colocarán tres individuos juveniles.

Aunado a lo anterior, se impartirán capacitaciones con la finalidad de concientizar al personal de obra en temas relacionados con el cuidado y protección de la flora silvestre.

Aunado a lo anterior, durante la etapa operativa, existe el riesgo de fuga de gas natural que pueda originar un incendio o explosión y, por ende, afectaciones a los ejemplares de flora que se encuentren en las áreas circundantes del sitio donde ocurra el evento. En este sentido, se plantearon medidas encaminadas a evitar o minimizar el riesgo de ocurrencia de este evento; esto es que, se tendrá un funcionamiento adecuado del sistema de venteo de gas, de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas, la aplicación efectiva de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión, válvulas de seccionamiento y ERMyC Puerto Libertad.

Tendencia. Aún y cuando se puedan ver alteradas las poblaciones de especies protegidas y endémicas, con las acciones de rescate y reubicación se prevé minimizar este impacto, por lo que la tendencia prevista no pone en riesgo las poblaciones de las especies presentes en los ecosistemas del AP, AI e incluso del SAR.

VII.3.7. Fauna

Situación con Proyecto y medidas. En el AP, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se podrían tener alteraciones de la abundancia de especies, razón por la cual se llevarán a cabo acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de ejemplares; aquellos ejemplares de especies de alta movilidad como las aves y mamíferos medianos y grandes, se espera sean ahuyentados por estímulos auditivos y por la presencia humana y de maquinaria y equipos; mientras que, aquellos organismos de baja movilidad podrán ser rescatados y reubicados en áreas fuera del AP. Este desplazamiento será de forma temporal, mientras dure la etapa de preparación del sitio y construcción y, al finalizar estas etapas, se restablecerán las comunidades en los ecosistemas restaurados en el DDV.

Una vez iniciada la etapa operativa, en el DDV se permitirá la recolonización de especies de fauna, aunque en las estaciones se continuará con la reubicación de ejemplares, sobre todo cuando se trate de especies de importancia médica y se cuente con personal laborando en esas instalaciones.

Aunado a lo anterior, se impartirán capacitaciones con la finalidad de concientizar al personal de obra en temas relacionados con el cuidado y protección de la fauna silvestre.

Aunado a lo anterior, durante la etapa operativa, existe el riesgo de fuga de gas natural que pueda originar un incendio o explosión y, por ende, afectaciones a los ejemplares de fauna que se encuentren en las áreas circundantes del sitio donde ocurra el evento y que no puedan escapar ante el peligro. En este sentido, se plantearon medidas encaminadas a evitar o minimizar el riesgo de ocurrencia de este evento; esto es que, se tendrá un funcionamiento adecuado del sistema de venteo de gas, de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas, la aplicación efectiva de mantenimiento

preventivo y correctivo de las estaciones de compresión, válvulas de seccionamiento y ERMyC Puerto Libertad.

Tendencia. El desplazamiento de las poblaciones de especies será temporal, considerando que, una vez terminada la etapa constructiva en el DDV, se retirará el personal, la maquinaria, equipos y parque vehicular, con lo cual la fauna podrá restablecerse en esas áreas.

Asimismo, se debe considerar que el Proyecto es lineal y no se prevé el confinamiento de las áreas en el DDV, por lo cual las poblaciones faunísticas podrán volver a hacer uso de las áreas como zonas de paso, descanso, alimentación y reproducción.

VII.3.8. Paisaje

Situación con Proyecto y medidas. Como parte de la implementación del Proyecto se llevará a cabo la remoción de vegetación, lo cual disminuirá la calidad del paisaje, elemento que es valorado desde diversas perspectivas y está en función de la percepción del observador.

A lo largo del trayecto del ducto, la modificación del paisaje será evidente, tanto por la remoción de vegetación como la instalación de las estaciones, válvulas, la EMRyC y los señalamientos que serán colocados; además de que, una vez terminada la construcción, en el área donde se encontrará el ducto (DDV permanente), si bien podrá crecer una cubierta herbácea, se impedirá el crecimiento de elementos arbóreos, esto es que, la modificación en esa sección será permanente. No obstante, en las áreas de ocupación temporal, se permitirá la sucesión natural, con lo cual se espera la recuperación de los ecosistemas que sean alterados durante las primeras etapas del Proyecto y, así, el paisaje podrá recuperar parte de la calidad que se vea alterada al inicio.

Aunado a lo anterior, se implementará una gestión adecuada de los residuos que sean generados, con lo cual se espera no ocasionar mayor detrimento de la calidad paisajística por un manejo inadecuado de éstos. Esto será reforzado mediante capacitaciones semestrales y charlas diarias sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos.

Además, durante la etapa operativa, existe el riesgo de fuga de gas natural que pueda originar un incendio o explosión y, por ende, afectaciones al paisaje circundante del sitio donde ocurra el evento. En este sentido, se plantearon medidas encaminadas a evitar o minimizar el riesgo de ocurrencia de este evento; esto es que, se tendrá un funcionamiento adecuado del sistema de venteo de gas, de los sistemas y dispositivos de seguridad para el control de fugas de gas, la aplicación efectiva de mantenimiento preventivo y correctivo de las estaciones de compresión, válvulas de seccionamiento y ERMyC Puerto Libertad.

Tendencia. Debido a que la mayor parte de la infraestructura del Proyecto es subterránea, se considera que el paisaje podrá verse modificado principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción de manera temporal, ya que es cuando se altera la configuración espacial de la calidad escénica por la remoción de vegetación y la presencia de maquinaria y equipo para la inserción de infraestructura nueva. Posteriormente, una vez concluidas las actividades de preparación del sitio y construcción, la modificación es asimilable dado que en la superficie solo serán visibles las instalaciones superficiales y los señalamientos de seguridad, así mismo el resto de la superficie no será sellada, por lo tanto, será posible la regeneración de herbáceas aún y cuando se le de mantenimiento al derecho de vía estas formas de vida podrán permanecer en la superficie.

VII.3.9. Medio socioeconómico

Situación con Proyecto y medidas. La implementación del Proyecto no influirá en cambios en la dinámica demográfica de la población presente en el SAR o en los municipios sobre los cuales incide el Proyecto, sin embargo, traerá beneficios por la generación de empleos temporales directos e indirectos, principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Tendencia. El Proyecto no generará cambios sustanciales en la población presente en el SAR, solo impactará de forma positiva, aunque temporal en un mayor poder adquisitivo de las familias cuyos miembros lleguen a laborar en el Proyecto.

VII.4. Pronóstico ambiental

A partir del análisis de los tres escenarios anteriores, se concluye que el primer escenario presenta un balance más equilibrado entre la degradación del medio físico y el desarrollo socioeconómico.

Para el segundo escenario, el Proyecto generará impactos ambientales adversos en los componentes aire, suelo, agua, flora, fauna y paisaje, cuya metodología de la identificación y jerarquización de los impactos ambientales sin medidas de mitigación arrojó los siguientes resultados.

Tabla VII.1. Significancia de los impactos sin medidas.

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto sin medidas (por sección)																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	PS	PS	PS	MS	MS	PS	PS	PS	MS	PS	PS	PS	MS	MS	PS	PS	MS	PS	PS	MS	MS	MS	MS	PS	PS	PS	PS
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto sin medidas (por sección)																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	NS	NS	NS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	S	S	S	M MS	M MS	S	S	S	M MS	S	S	S	M MS	M MS	PS	S	M MS	S	S	M MS	M MS	M MS	PS	S	S	S	M MS
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS	M MS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto sin medidas (por sección)																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		del paisaje en el AP y en el AI																											
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS

Dichos impactos ambientales evaluados son en su mayoría temporales y reversibles, que con base en los resultados obtenidos, no causa un daño ambiental relevante a los componentes aire, agua, suelo, flora, fauna y paisaje; sin embargo, dichos impactos ambientales adversos deben de ser reducidos, mitigados o compensados para garantizar que se mantiene un equilibrio ecológico sano y adecuado con la integración de las medidas a través de sus programas específicos, tal y como se abordara en el párrafo siguiente.

Con relación al tercer escenario, se logrará mantener la continuidad funcional del ecosistema en toda la trayectoria del sistema de transporte de gas natural. De acuerdo con la metodología de evaluación de impactos ambientales, se realizó la identificación y jerarquización de estos impactos en sus componentes (aire, suelo, flora, fauna y paisaje) con las medidas de reducción, mitigación y compensación de los impactos ambientales su valor de significancia se reduce de tal manera que garantiza la continuidad funcional de los componentes del ecosistema a través de la ejecución de los siguientes programas y acciones:

- Programa de vigilancia ambiental
- Programa de rescate y reubicación de flora
- Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
- Programa de manejo integral de residuos
- Programa de mantenimiento y vigilancia sobre la franja de seguridad (celaje)
- Programa de educación ambiental
- Acciones encaminadas a la conservación de suelos
- Actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo para contratistas y promovente

De acuerdo con estos programas, una vez valoradas las acciones de reducción, mitigación y compensación, los impactos ambientales identificados cambian sus valores de significancia adquiriendo los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla VII.2. Significancia de los impactos con medidas.

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto con medidas (por sección)																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Aire	Calidad	AIR1. Afectación de la calidad del aire	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Nivel sonoro	AIR2. Modificación del nivel sonoro.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Suelo	Características fisicoquímicas	SUE1. Afectación de las características fisicoquímicas (calidad) del suelo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Pérdida de suelo (erosión)	SUE2. Incremento de la erosión y pérdida de suelo	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
Hidrología superficial	Calidad	HSUP1. Afectación a las características fisicoquímicas (calidad) del agua superficial.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Hidrología subterránea	Recarga de acuíferos (infiltración)	HSUB1. Disminución de la infiltración	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto con medidas (por sección)																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Flora	Abundancia y diversidad	FLO1. Afectación a la abundancia y diversidad de especies de flora silvestre	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
	Cobertura vegetal forestal	FLO2. Disminución de la cobertura vegetal forestal	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
	Especies endémicas o en la NOM-059-SEMARNAT-2010	FLO3. Afectación a individuos de especies de flora en riesgo y endémicas	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	NS	NS	NS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
Fauna	Abundancia y diversidad	FAU1. Afectación de la abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
	Hábitat	FAU2. Afectación al hábitat de las especies de fauna	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
	Especies endémicas o en la NOM-059-	FAU3. Afectación a individuos de especies de fauna en riesgo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Factor ambiental	Indicador	Clave y denominación del impacto	Significancia del impacto con medidas (por sección)																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	SEMARNAT-2010																												
Paisaje	Calidad visual	PAI1. Afectación de la calidad visual del paisaje en el AP y en el AI	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS
Factores socioeconómicos	Riesgo operativo	SOC2. Afectación a los recursos naturales, integridad de la población, infraestructura y bienes materiales presentes en el área del Proyecto y su área de influencia	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS

En este sentido, el escenario menos deseable para el SAR, AI y AP es sin lugar a duda "la ejecución del Proyecto sin medidas de mitigación", ya que, de efectuarse, se afectaría de manera adversa a diversos componentes ambientales, sin que esto cause un daño o desequilibrio ecológico al ecosistema.

Por otra parte, se tiene que el escenario más deseable y ambientalmente viable es la ejecución de este con medidas de mitigación. Si bien existen impactos adversos a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción y de operación y mantenimiento, varios de ellos serán temporales, puntuales y reversibles, a través de las acciones que los previene, mitigan y compensan con la correcta ejecución del PVA y sus programas específicos.

Por otro lado, el escenario aun sin la ejecución del Proyecto seguirá mostrando tendencias al deterioro de la mayoría de los componentes ambientales debido al crecimiento urbano o industrial, así como la continuidad de las actividades agrícolas, por lo que el Proyecto no representa una variable de cambio determinante en la dinámica ambiental del SAR y del AI en una prospección a futuro cuando el proyecto se encuentre construido y operando. Por último, el Proyecto representa una alternativa de suministro de gas natural para satisfacer la demanda de este hidrocarburo para la generación de la energía eléctrica y para la industria, en consecuencia, eliminando o sustituyendo los combustibles fósiles más sucios que actualmente se están utilizando a nivel global, situación que contribuye a impacto positivo sobre los factores de cambio climático.

VII.5. Evaluación de alternativas

La ruta del gasoducto se ha seleccionado tomando en cuenta tanto las condiciones del terreno, restricciones ambientales y dificultad de construcción, así como la propiedad de las tierras a lo largo del recorrido. El **Proyecto** está diseñado para no generar impactos ambientales significativos al ambiente, siendo éste el criterio fundamental para seleccionar el sitio, aunado a la ubicación del punto de recepción del gas en el cruce de la frontera de Chihuahua con EUA y el punto de llegada que será la EMRyC Puerto Libertad.

Se realizó una recopilación de la información desde el punto de vista de tenencia de la tierra y adquisición de la franja de desarrollo para alojar el **STGN**, factores ambientales, factores constructivos, de ingeniería y topografía. Se recopiló información referente a Áreas Naturales Protegidas y se analizó la calidad ambiental para determinar la mejor alternativa.

Tomando en cuenta todas las características identificadas, se seleccionó el presente trazo como el más viable para definir dentro del mismo la trayectoria del **Proyecto**.

Para la selección del sitio para el **Proyecto** se determinó una franja de caracterización de 800 m a cada lado del ducto (en total 1,600 m) alineando este valor con el criterio definido para la caracterización de las áreas vulnerables de la Guía ARSH. La FC permite facilitar la evaluación y la identificación de alternativas para la ubicación de las obras y actividades que prevé el **Proyecto**. La franja de estudio constituye un área con una capacidad de

respuesta uniforme a estímulos y comportamientos de tipo legal, ambiental y técnico, es decir, las variaciones que pudieran presentarse como resultado de microrruteos u otros cambios de trayecto o de ubicación de las obras y/o actividades que fueren necesarios en virtud de obstáculos en la adquisición de predios u otros factores como en cualquier otro **Proyecto** lineal como éste, la franja de estudio se erige como un instrumento que simplificaría la toma de decisiones, la evaluación y autorización de posibles modificaciones futuras al **Proyecto** que quedarán comprendidas dentro de la superficie de la franja de caracterización, haciendo innecesaria la elaboración de nuevos estudios.

Lo anterior, considerando, por un lado, la existencia de una caracterización y análisis previo de dicha zona y de los impactos que pudiesen presentarse dentro de la franja de estudio, tal y como se manifestó anteriormente, se trata de un área con una capacidad de respuesta uniforme a estímulos y comportamientos legales, ambientales y técnicos, por lo que cualquier modificación al **Proyecto** que quedase comprendida en esa área no alteraría significativamente los resultados de esta MIA-R, al tener los impactos derivados de esas modificaciones una afectación de igual magnitud dentro de la misma. Finalmente, y en consecuencia de este último punto, las medidas de prevención, mitigación y compensación, propuestos en el capítulo VI de la presente MIA-R serían igualmente aplicables a las modificaciones al **Proyecto** que se pudieran presentar.

Por lo antes expuesto las rutas alternativas para posibles cambios de trayectoria o microrruteos siempre se darán dentro de la franja de caracterización o franja buffer definida para el **Proyecto**.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL CON ESTUDIO DE RIESGO

PROYECTO

“STGN SIERRA MADRE (FRONTERA-PUERTO LIBERTAD)”

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PROMOVENTE

TRANSPORTADORA DE GAS SIERRA MADRE, S. DE R.L. DE C.V.

Índice

VIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 3

VIII.1. Presentación de la información. 3

VIII.2. Cartografía 3

VIII.3. Videos 6

VIII.4. Glosario de términos 6

VIII.5. Referencias bibliográficas 7

VIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Presentación de la información.

El presente estudio se realizó tomando en cuenta todos los aspectos indicados tanto en la **LGEEPA** como en la **LGDFS**, sus reglamentos aplicables en esta materia.

En cada uno de los apartados se han descrito los elementos metodológicos utilizados, especialmente en lo relativo al trabajo de campo realizado.

Integrados al documento se presentan mapas, figuras, tablas y gráficas que fungen como material visual de apoyo.

Las metodologías utilizadas son de uso común en este tipo de trabajo (impacto ambiental) y han demostrado su eficacia para la obtención de resultados útiles en la toma de decisiones.

De igual forma, se detalla la bibliografía utilizada y se tuvo especial cuidado en incluir información de fuentes formales y trabajo de campo metódico.

VIII.2. Cartografía

A continuación, se presenta el listado cartográfico de la **MIA-R,** misma que se presenta como **Anexo** de este capítulo:

Capítulo I

- Planos de ubicación del Proyecto

Capítulo II

- Planos de ubicación del Proyecto
- Localización regional
- Localización local

Capítulo III

- Ubicación del Proyecto en relación con los sitios Ramsar
- Ubicación del Área del Proyecto y del Área de Influencia del Proyecto en relación con las Regiones Indígenas
- Área del Proyecto y Área de Influencia en relación con los monumentos y zonas arqueológicas competencia del Instituto Nacional de Antropología e Historia
- Ubicación del Proyecto en relación con las Áreas Naturales Protegidas
- Ubicación del Proyecto en relación con las Regiones Terrestres Prioritarias
- Ubicación del Proyecto con respecto de Regiones Hidrológicas Prioritarias
- Ubicación del Proyecto en relación con las Regiones Marinas Prioritarias

- Ubicación del Proyecto con respecto de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves
- Ubicación del Proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Terrestres
- Ubicación del Proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Marinos
- Ubicación del Proyecto en relación con los Sitios Prioritarios Acuáticos Continentales
- Ubicación del Proyecto en relación con los Sitios Prioritarios Primates
- Distribución de las UAB en el territorio mexicano
- Localización del trazo respecto de las UAB del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- Ubicación del Proyecto en relación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California
- Localización del trazo respecto de las UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Sonora
- Ubicación del Proyecto con respecto al Programa Regional de Ordenamiento Territorial de la Unidad Territorial Básica Caborca

Capítulo IV

- Delimitación del SAR.
- Unidades climáticas del SAR, AI y el Área del Proyecto.
- Nivel de peligro por heladas en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Nivel de peligro por ciclones tropicales en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Nivel de peligro por granizo en el AP, AI y SAR.
- Nivel de peligro por sequía en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Nivel de peligro por inundaciones en el AI, área del Proyecto y SAR.
- Unidades litoestratigráficas del AI, área del Proyecto y SAR secciones 01 a 08
- Unidades litoestratigráficas del AI, área del Proyecto y SAR secciones 09 a 15
- Unidades litoestratigráficas del AI, área del Proyecto y SAR secciones 16 a 20
- Unidades litoestratigráficas del AI, área del Proyecto y SAR secciones 21 a 27
- Provincias fisiográficas en el AI, área del Proyecto y SAR
- Subprovincias fisiográficas en el AI, área del Proyecto y SAR
- Gradiente altitudinal en el AI, área del Proyecto y SAR para las secciones 01 a la 11
- Gradiente altitudinal en el AI, área del Proyecto y SAR para las secciones 12 a la 27
- Topoformas en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 01 a la 11
- Topoformas en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 12 a la 27
- Fallas y fracturas cercanas al AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 1 a la 11
- Fallas y fracturas cercanas al AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 12 a la 20
- Fallas y fracturas cercanas al AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 21 a la 27

- Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI, área del Proyecto en las secciones 01 a 11
- Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI, área del Proyecto en las secciones 12 a 20
- Nivel de peligro por deslizamiento de laderas en el SAR, AI, área del Proyecto en las secciones 21 a 27
- Ubicación del SAR, AI y AP con respecto a municipios con hundimientos
- Regionalización sísmica y ubicación del AI, área del Proyecto y SAR
- Intensidad sísmica con respecto a la ubicación del AI, área del Proyecto y SAR
- Unidades edafológicas presentes en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 01 a la 06
- Unidades edafológicas presentes en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 07 a la 13
- Unidades edafológicas presentes en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 14 a la 20
- Unidades edafológicas presentes en el AI, área del Proyecto y SAR de la sección 21 a la 27
- Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las regiones hidrológicas, cuencas hidrográficas y subcuencas hidrográficas de la sección 01 a 11
- Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las regiones hidrológicas, cuencas hidrográficas y subcuencas hidrográficas de la sección 12 a 27
- Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 01 a la 05.
- Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 06 a la 11
- Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 12 a la 15
- Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 16 a la 19
- Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 20 a la 22
- Ubicación del AI, área del Proyecto y SAR con respecto a las microcuencas hidrográficas en las secciones 23 a la 27
- Hidrología superficial del AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 01 a la 08.
- Hidrología superficial del AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 09 a la 14.
- Hidrología superficial del AI, área del Proyecto y SAR en las secciones 15 a la 27
- Hidrología subterránea del AI, área del Proyecto y SAR
- Rangos de vulnerabilidad a inundaciones (Secciones 1 a 11)
- Rangos de vulnerabilidad a inundaciones (Secciones 12 a 27)
- Vulnerabilidad a deslaves (Secciones 1 a 11)
- Vulnerabilidad a deslaves (Secciones 12 a 27)

- Unidades de paisaje (ecorregiones), mapa general
- Distribución geográfica de los pueblos indígenas con mayor presencia en Chihuahua
- Distribución geográfica de los pueblos indígenas con mayor presencia en Sonora

VIII.3. Videos

Para la realización del presente estudio, no fue necesario la creación de videos.

VIII.4. Glosario de términos

Actividad peligrosa: Conjunto de tareas derivadas de los procesos de trabajo que generan condiciones inseguras y sobreexposición a los agentes químicos capaces de provocar daños a la salud de los trabajadores o al centro de trabajo.

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

Almacenamiento de residuos: Acción de tener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de lo terrenos llevada a cabo por el hombre a través de la remoción parcial o total de la vegetación.

Daño Ambiental: Aquel que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de u impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un equilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesivas del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Generador de residuos peligrosos: Personal física o moral que como resultados de sus actividades produzca residuos peligrosos.

Hidrocarburos: Petróleo, Gas Natural, condensados, líquidos del Gas Natural e hidratos de metano.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Manifestación de Impacto Ambiental: La LGEEPA la define como "…el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo".

Medidas de compensación: Conjunto de las acciones que tienen como fin compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados al proyecto, ayudando así a reestablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y reestablecer o compasar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se cause con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permitir usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Sistema ambiental regional: Es la interacción entre el ecosistema (componentes bióticos y abióticos) y el subsistema económico (incluido los aspectos culturales) de la región donde se pretende realizar el proyecto.

VIII.5. Referencias bibliográficas

Álvarez, S. Z. (2015). Redalyc. Obtenido de Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana: https://www.redalyc.org/pdf/2818/281832840003.pdf

Begon, M., Townsend, C., & Harper, J. (2006). Ecology: from individuals to ecosystems (4a ed., Vols. Begon, M., C.R. Townsend y J.L. Harper). Blackwell Publishing. Oxford.

Bernáldez, F. G. (1981). Ecología y paisaje. España: Fundación Dialnet.

CENAPRED. (2018). Atlas Nacional de Riesgos. Obtenido de Sistema Nacional de Información sobre Riesgos: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

CONABIO, 2017. Integridad ecológica para depredadores superiores. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/conabio/documentos/pdf-xxvanios/dia03-integridad-ecologica-depredadores-superiores.pdf

CONABIO. (2022). Portal de Geoinformación. Obtenido de Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

CONABIO. (23 de enero de 2023). Enciclovida. Obtenido de https://enciclovida.mx/

CONABIO. (23 de junio de 2020). Biodiversidad mexicana. Obtenido de ¿Qué es una ecorregión?: https://www.biodiversidad.gob.mx/region/quees

CONAFOR. (2011). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Obtenido de Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Re-muestreo 2011: https://www.climateactionreserve.org/wp-content/uploads/2011/03/Sampling_Manual-_Remuestreo-_Conafor_INFyS.pdf

CONAFOR. (2017). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Obtenido de Procedimiento de muestreo: https://www.snieg.mx/DocAcervoINN/documentacion/inf_nvo_acervo/SNIGMA/Inv_Nac_For_Suelos/INFyS_2017_Procedimientos_de_muestreo_V_17_3.pdf

CONAGUA, 2020. Indicadores de Calidad del Agua a nivel nacional. Disponible en: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua

CONAPO, 2020. Índices de marginación. Disponible en: https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372

Escribano, M. d. (1991). El Paisaje. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones.

Fredericksen, B. y. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis de ecología vegetal. Bolivia: El País.

Gallina, S. (2015). Manual de técnicas del estudio de la fauna. Veracruz, México: Instituto de Ecología, A.C. Xalapa.

INECC. (2022). Atlas de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Obtenido de https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/

INEGI, 2022. Panorama sociodemográfico de México. [En línea] Available at: Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

INEGI. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación escala 1:250 000. México.

INEGI. (2022). Panorama sociodemográfico de México. Recuperado el 2022, de https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

INEGI. Cartografía de erosión del suelo, escala 1:250,000.

Isasi Catalá, E., (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. Interciencia, 36(1),31-38.[fecha de Consulta 7 de Febrero de 2023]. ISSN: 0378-1844. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33917727005.

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología (Vol. 8, 31-XII-2003 ed.). Madrid, España: Grupo Ibérico de Aracnología.

Jorgensen, E. (2005). Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. New York, EUA: CRC Press, Taylor & Francias Group.

López Gómez, A., & Williams Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. Boletín de la Sociedad Botánica de México(78), 7-15.

Maclaurin, J., & Sterelny, K. (2008). What is biodiversity? Chicago: The University of Chicago Press.

Magurran, E. (2004). Measuring biological diversity. London: Blackwell Publishing.

Margalef, R. 1972. Homage to E. Hutchison, or why is there an upper limit to diversity. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences 44: 21-235.

MOPT. (1993). Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Madrid, España: Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Series Monográficas.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol. 1). Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.

Moreno, N. (1984). Glosario botánico ilustrado.

Muñoz-Pedreros, A. (2004). Scielo. Obtenido de Revista chilena de historia natural: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0716-078x2004000100011&script=sci_arttext

Observatorio Económico México, 2020. En cifras ¿Cómo vamos?. [En línea] Available at: https://mexicocomovamos.mx/encifrascomovamos.pdf. Base INEGI: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=38&vr=5&in=2&tp=20&wr=1&cno=2

Observatorio Económico México. (2020). En cifras ¿Cómo vamos?. . Recuperado el 2023, de https://mexicocomovamos.mx/encifrascomovamos.pdf. Base INEGI: https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=38&vr=5&in=2&tp=20&wr=1&cno=2

Pineda López, R., & Verdú Franco, J. (2013). Cuaderno de prácticas. Medición de la Biodiversidad: diversidad alfa, beta y gamma (Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad de Alicante ed., Vol. Serie Nodos). Querétaro: Editorial Universitaria Colección Acádemia.

Podani, J. (2006). With a machete through the jungle: some thoughts on community diversity. Acta Biotheoretica(54), 125–131.

Rosenzweig, M. (1995). Species Diversity in Space and Time. New York: Cambridge University Press.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 191. En C. Villa (Ed.), Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (págs. 187-226). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.