ÍNDICE GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL 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 Ubicación del proyecto 1

I.1.3 Duración del proyecto 2

I.2 Datos generales del promovente 3

I.2.1 Nombre o razón social 3

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 3

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 3

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 3

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 4

I.3.1 Nombre o razón social 4

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 4

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 4

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio 4

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1 Ubicación del proyecto. Representación Gráfica Regional en el Estado de San Luis Potosí..... 1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1 Programa de Trabajo..... 2

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

I.1 Datos generales del proyecto

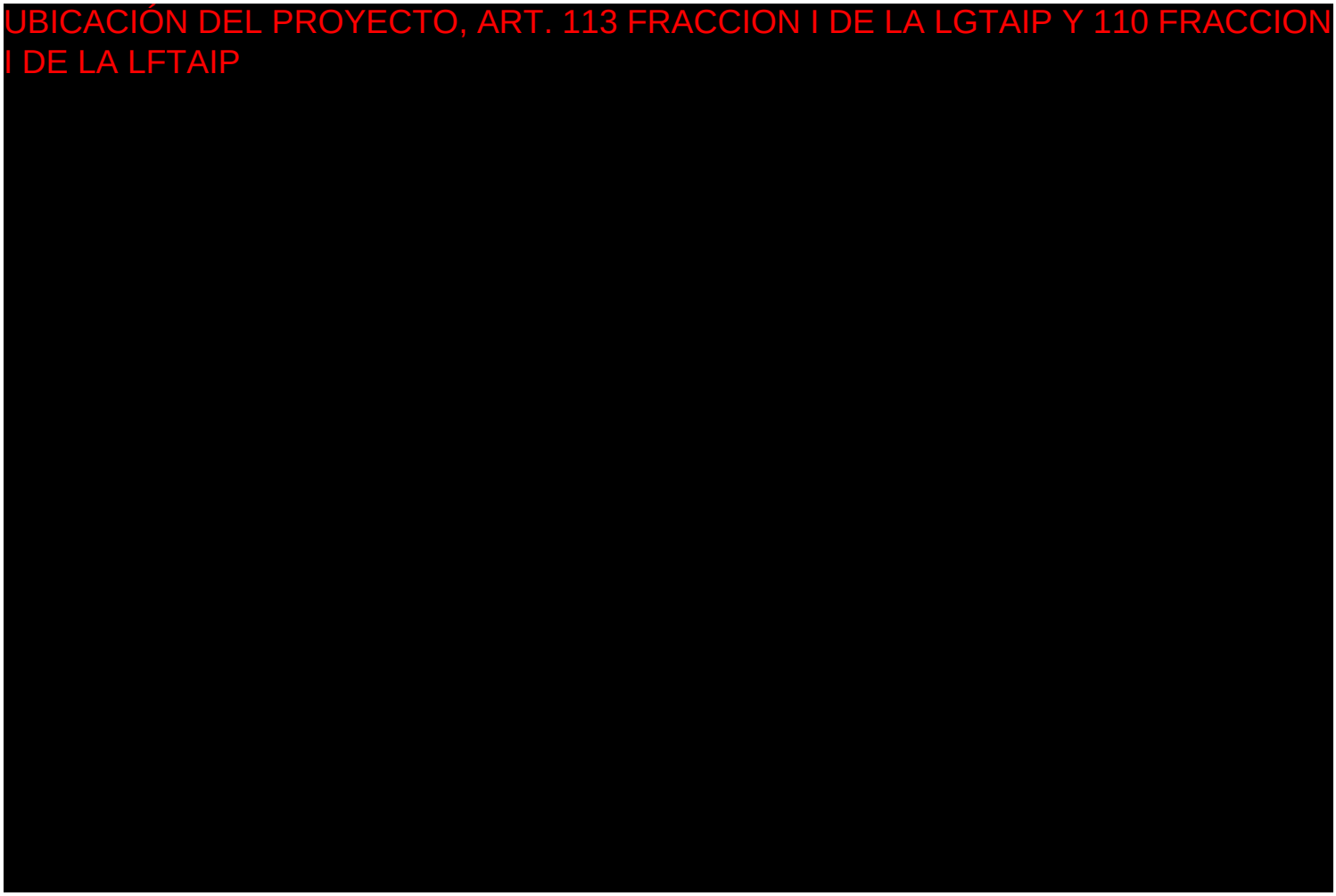
I.1.1 Nombre del proyecto

Bajío – San Luis Potosí

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes en el estado de San Luis Potosí, representados en la siguiente figura

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



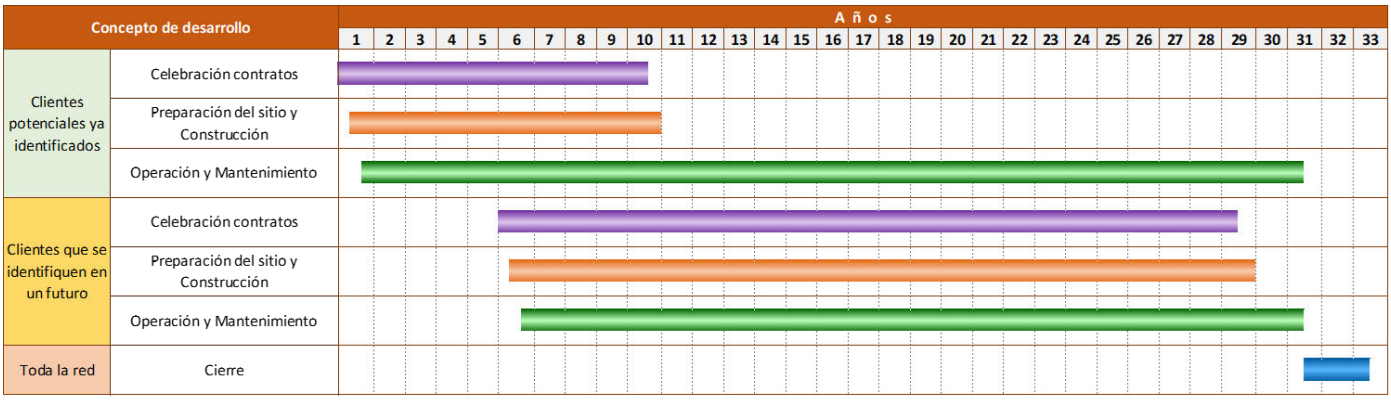
I.1.3 Duración del proyecto

El proyecto se llevará a cabo durante **32 años y medio**, incluyendo desde la preparación del sitio hasta la culminación de las actividades de un eventual cierre.

Los primeros 6 meses serán ocupados exclusivamente para la preparación del sitio y construcción de la red para dar servicio a los primeros contratos que se concreten con los clientes identificados. Una vez instalada la red de esos primeros contratos, se procederá a su operación mientras se avanza en la preparación y construcción de los demás clientes. La operación tendrá una duración de 30 años, que podrá ser ampliada en función del interés de los clientes y las actividades de mantenimiento y sustitución de los elementos de la red que así lo requieran.

Se estima que en unos diez años se termine la instalación de los clientes actualmente identificados y en función de los cuales se definió el proyecto. No obstante, es previsible que a lo largo de los 30 años de operación, surjan nuevos clientes, para lo cual será necesario gestionar la modificación del proyecto a fin de incorporar los nuevos elementos a la red, y también implica la conveniencia de contar con una vigencia amplia para la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, preferentemente una vigencia única en la que se puedan realizar de manera simultánea las actividades de todas las etapas de desarrollo, conforme el avance y contrataciones.

Tabla I. 1 Programa de Trabajo



Celebración de contratos
Si bien es una actividad ajena a la MIA, es necesario considerarla, pues los trabajos en los diferentes tramos se iniciarán conforme se vayan concretando los contratos
- Negociación con clientes

Preparación del sitio
- Delimitación del área
- Trazado de zanjas

Construcción

Instalación de ductos
- Transporte de equipos y materiales
- Excavación de zanja
- Aplicación de anticorrosivo
- Tendido de tubería y válvulas
- Relleno y compactación
- Reencarpetamiento

Habilitado de ERM
- Transporte de equipos y materiales
- Nivelación del área
- Excavación y cimentación
- Construcción de ERM
- Instalación de ERM
- Protección de ERM

Operación y mantenimiento
- Distribución de gas
- Patrullaje de ductos
- Detección de fugas
- Mantenimiento de válvulas y registros

Cierre
Con mantenimiento adecuado se podrá operar indefinidamente, en caso de cierre se considerará
- Retiro de materiales
- Restitución del área

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Tractebel DGJ, S.A. de C.V., en adelante "Tractebel"

En el **Anexo I.1** se exhibe copia del acta constitutiva de Tractebel DGJ, S.A. de C.V, empresa perteneciente a **ENGIE**.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

TDG000626740 En el **Anexo 1.1** se presenta el RFC de la empresa.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

María Erika Morales Tello

Director Regional. Ver apoderamiento legal en el **Anexo 1.1**

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DE LA APODERADA LEGAL ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Limón Consultores, S.C.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

El Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de Limón Consultores, S.C. es LCO130221AL8

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

- Dr. Mauricio Limón Aguirre

Representante Legal de Limón Consultores

Especialistas temáticos

NOMBRES DE PERSONA FÍSICA ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Calle: Acordada No. 47

Colonia: San José Insurgentes, Benito Juárez

Código Postal: 03900, Ciudad de México,

Teléfono: (55) 8590 2946 y 55 3966 0968

Correo electrónico: mlimon@limonconsultores.com

En el **Anexo 1.2** se incluyen los documentos antes mencionados, así como la declaración bajo protesta de decir verdad referida en la Guía de la Manifestación de Impacto Ambiental.

ÍNDICE GENERAL

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales 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 2
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto 3
II.1.4 Inversión Requerida 3
II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa 4
II.2.1 Programa de trabajo 4
II.2.2 Representación gráfica regional 6
II.2.3 Representación gráfica local 7
II.2.4 Descripción del proyecto 9
II.2.4.1 Descripción de las trayectorias de los ductos a los diferentes clientes industriales 11
II.2.4.1.1 Conexión a la red troncal y arteria principal de distribución 11
II.2.5 Descripción de las diferentes etapas del proyecto 42
II.2.5.1 Preparación del sitio y construcción para ductos 42
II.2.5.2 Cálculo de espesores para los ductos de acero 44
II.2.5.3 Excavación de zanjas 44
II.2.5.4 Relleno de Excavación 45
II.2.5.5 Compactación del relleno 47
II.2.5.6 Rotura y reconstrucción de pavimentos y banquetas 47
II.2.5.7 Señalamiento de tubería 47
II.2.5.8 Instalación de válvulas de seccionamiento o control 48
II.2.5.9 Protección mecánica y catódica 49
II.2.5.10 II.2.5.11 Pruebas de hermeticidad 50
II.2.5.11 II.2.5.11.1 Tuberías de acero 50
II.2.5.12 Cruces Especiales 51
II.2.5.12.1 Cruces con perforación direccional 51
II.2.5.12.2 Cruces adosados a puentes 52
II.2.5.13 Preparación del sitio y construcción para Estaciones de Regulación y medición 52
II.2.5.13.1 Ubicación y distancias mínimas 52

II.2.5.13.2 Construcción del recinto para colocación de la ERM 53
II.2.5.14 Preparación del sitio y construcción para City Gate 54
II.2.6 Operación y mantenimiento 58
II.2.6.1 Apertura y Cierre de líneas y equipos de proceso 58
II.2.6.2 Programa de mantenimiento gasoductos 62
II.2.6.3 Frecuencia de patrullaje 62
II.2.6.4 Detección Sistemática de fugas 63
II.2.6.5 Mantenimiento 64
II.2.6.6 Mantenimiento, Limpieza y Localización de Válvulas. 64
II.2.6.7 Mantenimiento de Estaciones de Regulación y Medición 66
II.2.6.7.1 Tareas previas a la Inspección o Ejecución del Mantenimiento 67
II.2.7 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 73
II.2.7.1 Etapa de abandono del sitio 74
II.2.7.1.1 Inactivado de instalaciones. 74
II.2.8 Residuos 76
II.2.8.1 Área de almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos. 76
II.2.8.2 Área de Almacenamiento de Residuos Peligrosos. 77
II.2.8.2.1 Las características generales del almacén de residuos peligrosos serán: 77
II.2.8.3 Disposición de Residuos Sólidos Peligrosos 79
II.2.8.4 Disposición de residuos de manejo especial. 80
II.2.8.5 Generación de residuos estimados para el proyecto 81
II.2.9 Generación de gases efecto invernadero 82
II.2.9.1 Identificar por etapas del proyecto las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero. 83
II.2.9.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3 entre otros. 83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1 Costos de Inversión 4
Tabla II. 2 Programa de Trabajo 5
Tabla II. 3. Resumen de las características técnicas del proyecto "Bajío – San Luis Potosí" 10
Tabla II. 4. Especificaciones técnicas y coordenadas del City Gate SLP-1" 11
Tabla II. 5. Especificaciones técnicas y coordenadas de los Puntos de Interconexión 23
Tabla II. 6. Coordenadas de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) 24
Tabla II. 7. Coordenadas de válvulas de seccionamiento 25
Tabla II. 8. Coordenadas de válvulas de clientes 25
Tabla II. 9. Coordenadas de cruces con carretera 26
Tabla II. 10. Cruces con alcantarilla o cuerpos de agua. Sistema León Sur 26
Tabla II. 11. Coordenadas con cruces de ferrocarril, Sistema León Sur 27
Tabla II. 12. Especificaciones para instalación de tuberías 43
Tabla II. 13. Especificaciones para ductos de acero 44
Tabla II. 14. Ancho de zanjas para ductos de acero 45
Tabla II. 15. Maquinaria y equipo 58
Tabla II. 16. Programa de mantenimiento de ductos 62
Tabla II. 17. Programa de mantenimiento para ERM 67
Tabla II. 18 Generación y manejo de residuos no peligrosos durante la construcción 82
Tabla II. 19 Descripción de Residuos Peligrosos 82
Tabla II. 20 Factores de Emisión de metano por actividades de distribución de gas natural 83
Tabla II. 21 Factores de emisión de CO_2 84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Representación Gráfica Regional en el Estado de San Luis Potosí del Proyecto Bajío – San Luis Potosí 6
Figura II. 2. Representación Gráfica Local municipio de San Luis Potosí del Proyecto Bajío – San Luis Potosí..... 7
Figura II. 3. Representación Gráfica Local municipio de Villa de Reyes del Proyecto Bajío – San Luis Potosí 8
Figura II. 4. Elementos que conforman el proyecto Bajío – San Luis Potosí..... 28
Figura II. 5. Ubicación de las tomas fotográficas, Proyecto Bajío – SLP en el municipio de San Luis Potosí..... 33
Figura II. 6. Ubicación de las tomas fotográficas, Proyecto Bajío – SLP en el municipio de Villa de Reyes..... 41
Figura II. 7. Colocación de tubería en zanja..... 46
Figura II. 8. Diseño para la instalación de válvulas..... 48
Figura II. 9. Perfil de colocación de válvulas..... 49
Figura II. 10. Apertura y cierre de líneas..... 59
Figura II. 11. Apriete de espárragos 60
Figura II. 12. Purgado de tuberías por el método de desplazamiento directo 61
Figura II. 13. Purgado de tuberías por el método de purgado por dilución..... 61
Figura II. 14. Emisiones Directas de CO_2 por sectores..... 85

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo

II.1 Información general del proyecto, plan o programa

A lo largo de estos 20 años **ENGIE** ha consolidado un modelo de Inversión Social Estratégica que se ha traducido en inversiones de 15 millones de dólares y más de 750 mil dólares destinados a las comunidades cercanas a los proyectos renovables en desarrollo.

ENGIE ha sido pionera en la distribución y transporte de gas natural en el país desde mediados de los años noventa, desarrollando la infraestructura necesaria para dotar a los hogares, el comercio y la industria con un combustible accesible, limpio, seguro, cómodo y competitivo.

El gas natural, como lo indica su nombre, es un combustible que se encuentra de manera natural en el subsuelo y se genera a partir de la descomposición de materia orgánica. Cuando el gas natural se extrae es inodoro e incoloro y por seguridad se le añade un odorizante que le da el olor característico que permite su inmediata detección.

El gas natural es el combustible más amigable con el medio ambiente con menores emisiones de $C0_2$ en comparación con los combustibles tradicionales como el gas LP. Al usar gas natural, se aprovecha una energía más limpia, al reducir la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera, con un menor gasto en mantenimiento de equipos, además de que se eliminan costos por bombeo (Diesel y Combustóleo) y de vaporizadores (LP).

ENGIE México opera más de 13,200 kilómetros de ductos de acero y polietileno para llevar el gas natural a hogares, comercios e industrias. Actualmente brindamos nuestro servicio a 700,000 clientes en 10 zonas geográficas de distribución de gas natural: Una de ellas es la Región Bajío.

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** consiste en la instalación de líneas de distribución de gas natural en baja y media presión con tuberías de acero al carbón (AC) de diferentes diámetros, que van desde los 2”, 4” y 8” principalmente.

El proyecto contempla la conexión de clientes industriales mediante la instalación de City Gate, puntos de interconexión y Estaciones de Regulación y Medición (ERM’s).

La red por construir se diseñará y operará a 21 y 4 bar y se probará a 1.5 veces la presión de operación, se desarrollará en diferentes diámetros, CED 40 (acero), los cuales obedecen a la norma reconocida de uso internacional IPS (Iron Pipe Sisé) la cual nos dice que a las tuberías se les asignará su diámetro respetando

el nominal, es decir, que para una tubería de "X" diámetro, será "X" su diámetro interior (diámetro efectivo).

La red se construirá utilizando tubería y accesorios de acero bajo las especificaciones de las normas oficiales mexicanas aplicables y considerando que para la correcta operación de la red de distribución se considerará como una presión mínima, la presión requerida por los clientes en los extremos más alejados de la red.

La construcción de la red y sus accesorios (tes, codos, válvulas, etc.) se regirá por la norma oficial vigente NOM-003-ASEA-2016 "Distribución de Gas Natural"

Esta red cumplirá en todo momento desde su proyección, diseño, gestión, construcción, inspección, pruebas, certificación, puesta en servicio, operación y mantenimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, la cual lleva como título "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos" misma que tiene como objeto: cita textual "La presente Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento, de los Sistemas de distribución de Gas Natural y de Gas Licuado de Petróleo por Ductos". Y que en lo sucesivo nos referiremos a esta simplemente como "la norma" y la cual menciona sus campos de aplicación, en su apartado 2, que se transcribe a continuación: "La presente Norma Oficial Mexicana es aplicable en todo el territorio nacional y es de observancia obligatoria para los Regulados que realicen las actividades de Distribución de Gas Natural y Gas Licuado del Petróleo por Ductos durante las etapas de diseño, construcción, pre-arranque, operación y mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento; desde el punto de transferencia físico del sistema de Transporte al de distribución o en su caso del almacenamiento al Sistema de distribución, hasta la salida del Medidor o de la Estación de regulación y medición del usuario final".»

Por otra parte, las instalaciones para el aprovechamiento del gas natural serán regidas por la norma oficial vigente NOM-002-SECRE-2010.

II.1.2 Justificación

Las industrias manufactureras son el sector más importante de San Luis Potosí, éstas aportaban 25.7% del PIB de San Luis Potosí en el 2003 en pesos corrientes; esta contribución se ha conservado alrededor de ese valor hasta el 2014, aun cuando tuvo un crecimiento promedio anual real de 3.3%, de 2003 a 2014. Entre los sectores que también crecieron durante el periodo destaca electricidad, gas y agua con un crecimiento de 8.6% en términos reales; Servicios financieros y de seguros, e Información en medios masivos presentaron tasas de crecimiento real medio anual de 11.9% y 11.6%, respectivamente, cifras muy por arriba del 3.4% que alcanzó el PIB total del estado en el periodo; lo que motivó el desarrollo y crecimiento de zonas residenciales, comerciales; así como de parques industriales.

Específicamente la economía de San Luis Potosí tiene un alto nivel de inversión extranjera debido al auge de la fabricación automovilística en el país, actualmente abarca más de 25 % del Producto Interno Bruto (PIB) del estado.

En este sentido **Tractebel** pretende aportar su servicio de distribución de gas al sector industrial, siguiendo la sinergia de crecimiento que hay en el país y contribuyendo con el uso de un combustible más amigable con el medio ambiente como es el gas natural; a través de este proyecto denominado **Bajío – San Luis Potosí**.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes en el estado de San Luis Potosí.

De acuerdo con el Sistema Integral de Información Geográfica y Estadística del INEGI al año 2015, El municipio de San Luis Potosí tiene una superficie de 1,471.7 km² y representa el 2.38% del territorio estatal.

El municipio se encuentra localizado en la zona centro, la cabecera municipal tiene las siguientes coordenadas: 100°58" de longitud oeste y 22°09" de latitud norte, con una altura de 1,860 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son: al norte, Moctezuma y Villa de Arista, al este, Villa Hidalgo, Soledad de Graciano Sánchez, Cerro de San Pedro y Villa de Zaragoza, al sur, Villa de Reyes, al oeste, Villa de Arriaga, Mexquitic de Carmona y Ahualulco.

El proyecto pretende instalar 11,698.30 metros de ductos en el municipio de San Luis Potosí.

De acuerdo con el Sistema Integral de Información Geográfica y Estadística del INEGI al año 2000, El municipio de Villa de Reyes tiene una superficie de 1,004.9 km² y representa el 1.72% del territorio estatal.

El municipio se encuentra localizado en la parte sur del estado, en la zona centro, la cabecera municipal tiene las siguientes coordenadas: 100°56" de longitud oeste y 21°48" de latitud norte, con una altura de 1,820 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son: al norte, San Luis Potosí; al noreste, Villa de Zaragoza; al este, Santa María del Río; al sur, el estado de Guanajuato; al oeste, Villa de Arriaga. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 45 kilómetros.

El proyecto pretende instalar 36,368.59 metros de ductos en el municipio de Villa de Reyes.

II.1.4 Inversión Requerida

El presente desglose de los costos de inversión para el desarrollo del proyecto se hizo considerando que las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se van desarrollando de manera conjunta, ya que los sitios donde se pretende instalar los ductos de distribución de gas ya están impactados. Lo que indica que prácticamente solo se tienen que hacer actividades constructivas, entre ellas: recepción de

material y equipo para la construcción en áreas ya habilitadas, apertura de zanja sobre vialidades, instalación de la tubería, cobertura de zanja y reparación de la vialidad, entre otras.

Por otro lado, la etapa de operación se junta con la de mantenimiento, ya que el mantenimiento se realizaría conforme se brinde el servicio.

En la siguiente tabla se presenta el desglose de los montos:

INFORMACIÓN PATRIMONIAL DE LA PERSONA MORAL, MONTO DE INVERSIÓN, ART. 116 CUARTO PÁRRAFO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP.

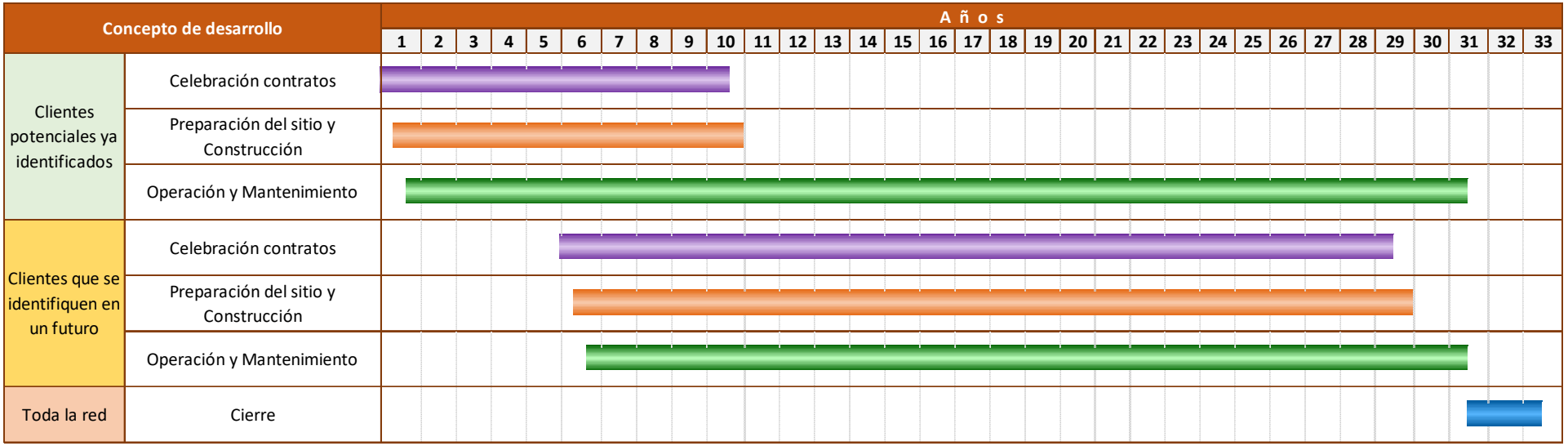
II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

II.2.1 Programa de trabajo

El proyecto se llevará a cabo durante 32 años y medio, incluyendo desde la preparación del sitio hasta la culminación de las actividades de un eventual cierre.

En la siguiente tabla se presenta el programa de trabajo tentativo, a sabiendas que se puede ajustar a los requerimientos que surjan con el avance del proyecto. Cabe señalar que la preparación del sitio y la posterior construcción dependen de que se concrete el contrato de servicios con los diferentes clientes, situación que no depende de nuestra programación, y algunos contratos pueden consolidarse hasta diez años o más. Por otra parte, los primeros tramos de red que se instalen deben operarse inmediatamente para abastecer a los primeros usuarios. Por lo que es importante que en la autorización que emita esa H. Dirección General de la ASEA **considere un solo plazo** en el que se pueda realizar de manera simultánea las etapas de desarrollo, de manera que algunas partes de la red se encuentren en preparación del sitio y construcción, y otras ya en operación.

Tabla II. 2 Programa de Trabajo



Celebración de contratos

Si bien es una actividad ajena a la MIA, es necesario considerarla, pues los trabajos en los diferentes tramos se iniciarán conforme se vayan concretando los contratos

- Negociación con clientes

Preparación del sitio

- Delimitación del área
- Trazado de zanjas

Construcción

Instalación de ductos

- Transporte de equipos y materiales
- Excavación de zanja
- Aplicación de anticorrosivo
- Tendido de tubería y válvulas
- Relleno y compactación
- Reencarpetamiento

Habilitado de ERM

- Transporte de equipos y materiales
- Nivelación del área
- Excavación y cimentación
- Construcción de ERM
- Instalación de ERM
- Protección de ERM

Operación y mantenimiento

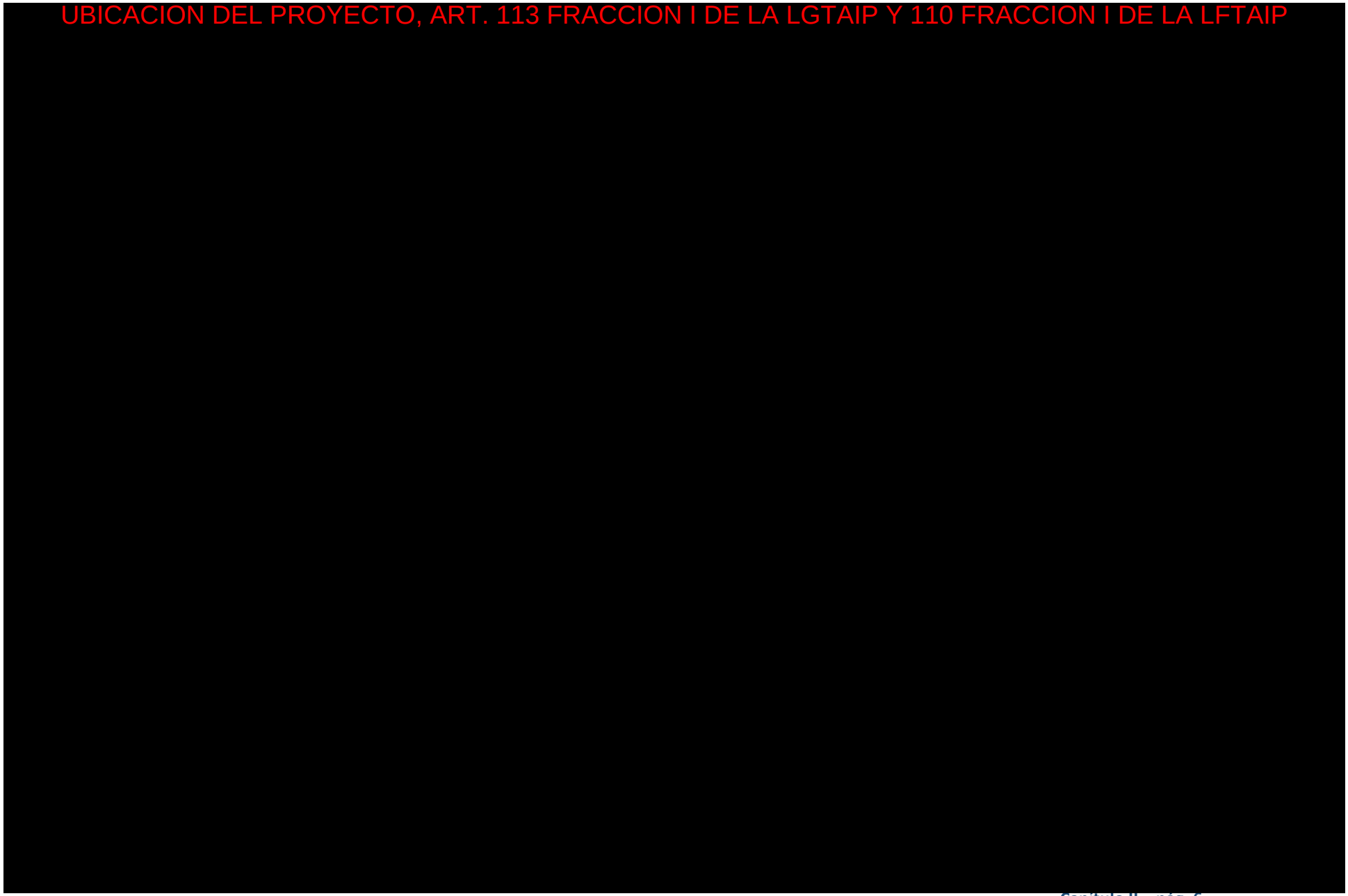
- Distribución de gas
- Patrullaje de ductos
- Detección de fugas
- Mantenimiento de válvulas y registros

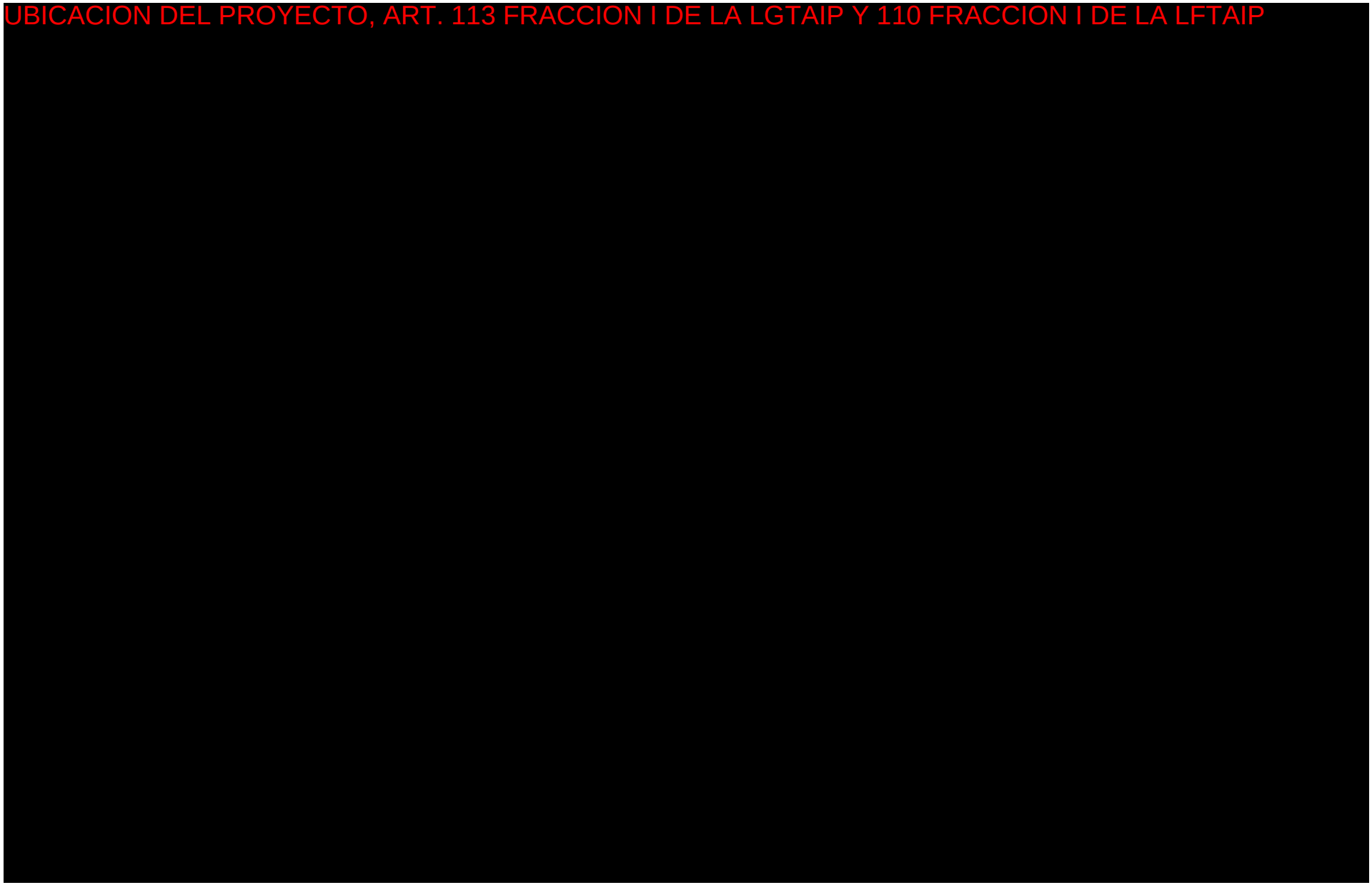
Cierre

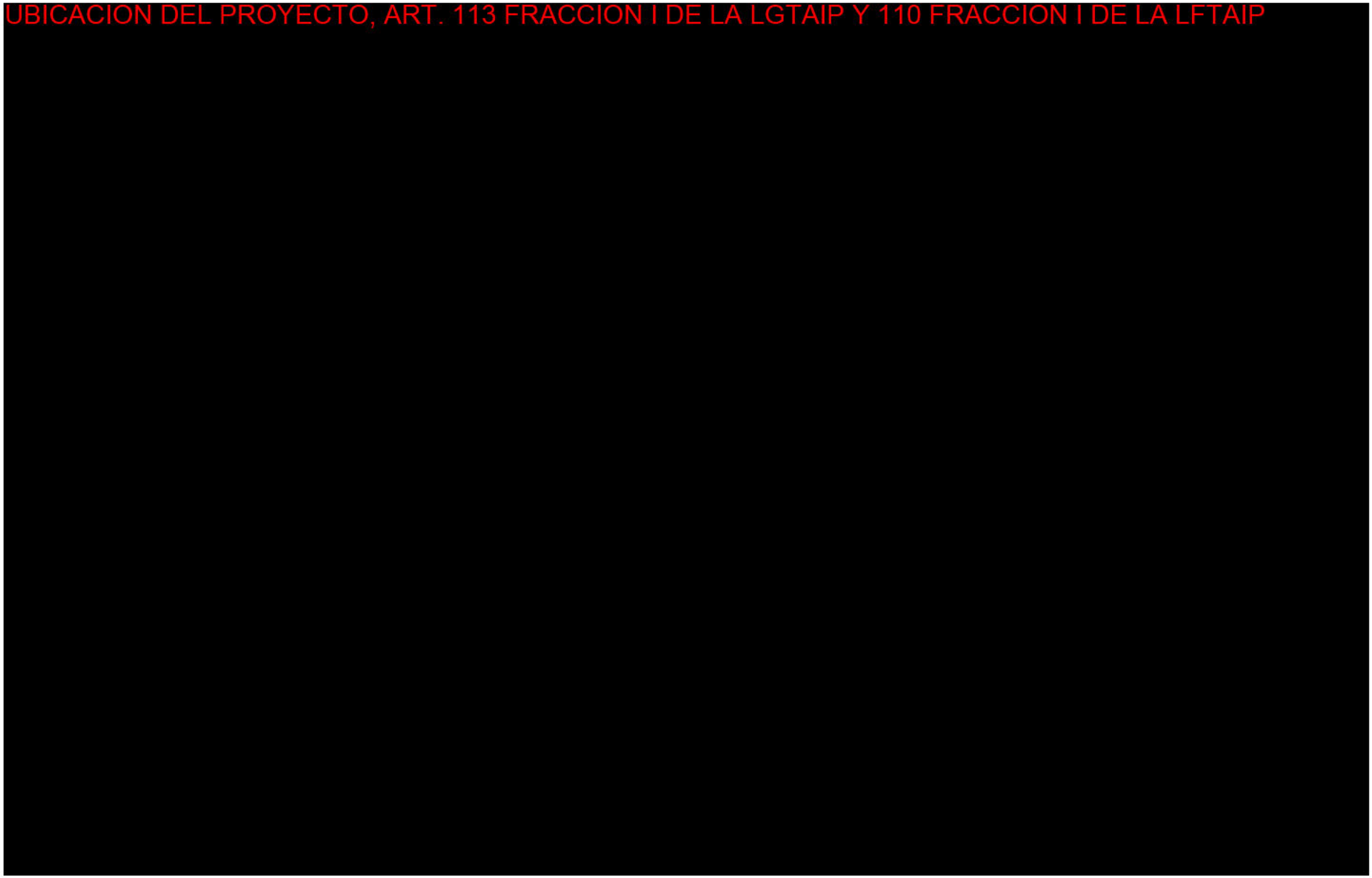
Con mantenimiento adecuado se podrá operar indefinidamente, en caso de cierre se considerará

- Retiro de materiales
- Restitución del área

El programa de trabajo detallado se incluye en el **Anexo 2.1** de este estudio


UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

II.2.4 Descripción del proyecto

El proyecto **Bajío – San Luis Potosí** consiste en la construcción, posterior operación/mantenimiento y eventual abandono de la red de distribución de gas natural, con 48,066.89 metros de ductos en acero al carbón (AC), de 2, 4 y 8 pulgadas de diámetros, así como 1 City Gate, 6 Puntos de Interconexión, 57 ERM con sus válvulas, 32 válvulas de seccionamiento y 7 cruces especiales.

El objetivo es suministrar el servicio de gas natural a las diferentes zonas Industriales que se ubican en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, algunos de estos sistemas iniciarán a partir del City Gate que se proyecta construir, así como de puntos de interconexión con gasoductos autorizados por la ASEA y en donde se tendrán cruces subterráneos con; carreteras, vías de ffcc, cuerpos de agua (ríos, arroyos o canales.

La construcción de la red y sus accesorios serán regidos por la norma vigente NOM-003-ASEA-2016 (Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por ductos).

Componentes técnicos del sistema a desarrollar

- **City Gate**: Conjunto de instrumentos que filtra, baja la presión de operación (84 bar a 21 bar) y cuantifica el volumen del gas que fluye del sistema de transporte al sistema de distribución.
- **Sistema de odorización**: Mecanismo de inyección de mercaptano a la red de distribución-
- **Válvula**: Dispositivo controlador del flujo en un sistema-
- **Estación de regulación y Medición (ERM)**: Conjunto de instrumentos que filtra, baja la presión de operación y cuantifica el volumen de gas para su entrega al cliente.
- **Acometida**: Conjunto de accesorios previos a la ERM que interconecta esta última con el sistema de distribución.
- **Tubería**: Ducto en acero.
- **Codo**: Accesorio para redireccionar una trayectoria a un ángulo de 45° o 90°.
- **Brida**: Pieza metálica para realizar conexiones mecánicas de tuberías de acero y/o accesorios.
- **Te**: Pieza que sustituye una sección de tubería para realizar una derivación perpendicular.
- **Tapping tee**: Pieza envolvente de una tubería principal que realiza una derivación perpendicular en tubería en operación.

Cabe señalar que el City Gate contará con un equipo de odorización con capacidad de almacenamiento de 250 gl (946 lts) de odorante (terbutil mercaptano), este es inyectado a los sistemas a través de un método por goteo en función del flujo registrado. Siendo así que todo el gas que se introducirá a los sistemas en San Luis Potosí será odorizado correctamente de acuerdo con las descripciones señaladas en APÉNDICE NORMATIVO I. ODORIZACIÓN DEL GAS NATURAL Y GAS LICUADO DEL PETRÓLEO de la NOM-003-ASEA-2016.

Tecnología propuesta:

Estación compuesta por un sistema de filtración de tipo coalescencia, sistema de regulación axial, medición de tipo turbina, sistema de odorización por consumo y sistema de comunicación con enlace al Centro Nacional de Control de Gas Natural (CENAGAS), quien tendrá sólo información en tiempo real.

Es importante señalar que el uso de suelo de conformidad con la normatividad local o municipal del sitio, polígono, predio, área o zona donde se ubicará el proyecto, será de tipo, comercial e Industrial, principalmente al margen de carreteras y vialidades, por lo que Tractebel **en ningún momento llevará a cabo remoción de vegetación.**

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las características técnicas del proyecto con sus redes de distribución y componentes que lo integran:

Tabla II. 3. Resumen de las características técnicas del proyecto "Bajío – San Luis Potosí"

Concepto		Metros de tubería que conforman la red de distribución del proyecto "Bajío – San Luis Potosí"
Longitud (m) Acero al Carbón (AC)	Ducto 8"	**25,102.86**
	Ducto 4"	**22,392.85**
	Ducto 2"	**571.18**
Total (m)		**48,066.89**
Presión (bar)		21 -4
Válvulas de seccionamiento		32
Válvulas clientes		57
City Gate		1
Puntos de Interconexión		6
ERM		57
Superficie Permanente ductos AC m²		14,420.07
Superficie Temporal ductos AC m²		240,334.45
Cruces especiales		7

A continuación, se hará la descripción de los componentes que conforma el proyecto Bajío – San Luis Potosí y como parte de la descripción se incluyen cuadros de coordenadas y soporte fotográfico de algunos sitios importantes como son: City Gates, Estaciones de Regulación y Medición, válvulas, cruces, etc.

Cabe señalar que en cada fotografía que se presenta, se incluyen las coordenadas del sitio de donde fue tomada a modo de referencia y evidencia; sin embargo, son independientes de los cuadros de coordenadas que se mencionan en el párrafo anterior.

En el Anexo 2.2 en versión electrónica de este estudio, se presentan los archivos de coordenadas en Excel en formato csv delimitado por comas, mismos que fueron verificados en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental SIGEIA de la SEMARNAT; así mismo, en el Anexo 2.3 de la versión electrónica, se presentan los archivos Kml correspondientes. El soporte fotográfico también

se presentará de manera electrónica en el **Anexo 2.4** donde se observa que todos los sitios donde se pretende instalar la red de distribución con sus componentes no requieren de cambio de uso de suelo por encontrarse en sitios previamente impactados, zonas urbanas o industriales. Las fotografías fueron tomadas con cámara provista de GPS, se puede confirmar que la toma fotográfica corresponde al sitio correspondiente, para esto se debe abrir el menú de propiedades del archivo electrónico y en la pestaña "detalles" se aprecian las coordenadas.

Es importante mencionar que todas las obras se encuentran dentro de un uso de suelo urbano e Industrial.

II.2.4.1 Descripción de las trayectorias de los ductos a los diferentes clientes industriales

II.2.4.1.1 Conexión a la red troncal y arteria principal de distribución

El proyecto iniciará con un Gasoducto AC 8" Ø conectándose al City Gate SLP 1, que se pretende ubicar en las siguientes coordenadas.

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

del lado Sur de la Carretera San Luis Potosí-Santiago de Querétaro, a la altura del Km 185+930, en donde cambiará su dirección para ir al Nor-Oeste e ir de forma marginal a la Carretera, recorriendo 841.93 m hasta llegar a la altura del Km 186+830, en donde girara con dirección al Sur-Oeste, para avanzar por el lado Sur de la Av. Central una longitud de 2,257.65 m, hasta donde se introducirá al terreno natural manteniendo la misma dirección y de forma paralela a la Av. Central, por una longitud de 1,324.60 m, llegando a la calle Central en donde se dará un giro con dirección hacia el sur y continuará paralela a la misma calle por un distancia de 2,151.43 m, hasta llegar a la calle Real y donde se tendrá la primera derivación del Ducto, está llevará dirección al Este, a lo largo de 331.27 m llegando así a un Cruce con Arroyo (**1.CA**). Dicho cruce se hará por el método de perforación direccional. En este trayecto se alimentará a un Cliente industrial.

1.- Valeo Transmisiones Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre la calle Real, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **1.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 6.97 m.

Para posteriormente continuar la trayectoria del Gasoducto de AC Ø8" con la misma dirección por otros 39.95 m, en donde se tendrá un cambio de dirección hacia el Sur-Este, por un camino de terracería avanzando así 96.17 m, en donde finalmente se dará vuelta hacia el Este por una longitud de 112.85 m para brindar servicio a otro Cliente Industrial.

2 Atco, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que proviene de la Calle Real, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **2.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.00 m.

Después se continuará con la Trayectoria del Gasoducto Troncal de AC Ø8", sobre la calle Central, con dirección hacia el Sur, por una longitud de 1,038.93 m hasta llegar a la Av. Interpuerto, en donde habrá una derivación. En este segmento tendremos un Cliente industrial al que se le dará servicio.

3 Midori, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre la Calle Central, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **3.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 17.93 m.

La derivación antes mencionada se hará con dirección al Este, por el lado Sur de la Avenida Interpuerto, partiendo del Gasoducto Troncal de AC Ø8" y con una longitud de 212.32 m.

Posteriormente se continuará con el Gasoducto Troncal de AC Ø8" por el lado Este de la Calle Central, por una Distancia de 334.44 m hasta donde girará con dirección al Sur-Este y avanzar 9.91 m hasta llegar hasta donde se tendrá tanto una derivación como un Cruce con Arroyo (**2.CA**) cuya longitud será de 30.00 m. Este cruce se hará por el método de perforación direccional. La derivación llevará dirección al Sur-Oeste a lo largo de 891.57 m, para después girar hacia el sur y después de seguir por 11.16 m para llegar así a un Cruce

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

Posteriormente, se continuará con el Gasoducto Troncal de AC Ø8" después del cruce **3.CA**, se cambiará de dirección para ir hacia el Sur-Oeste a lo largo de 942.27 m, hasta donde girará hacia el sur para encontrarse un Cruce con Ferrocarril (**1.CF**) que tendrá una longitud aproximada de 40.18 m. Este cruce se realizará con el método de perforación direccional. Después se continuará con el Gasoducto Troncal de AC Ø8" en dirección hacia el sur y de forma marginal a las vías de Ferrocarril, hasta donde se tendrá otro Cruce con Ferrocarril (**2.CF**) el cual tendrá una longitud de 33.87 m. Este Cruce se hará por el método de perforación direccional. Para seguir, el ducto continuará en dirección al Sur y nuevamente de forma marginal a la Vía de FFCC, por una longitud de 804.69 m, llegando así al siguiente Cruce con Ferrocarril (**3.CF**) cuya longitud

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

se encuentra el Cliente "Filtran", por la cual se avanzará una longitud de 160.04 m. En este trayecto se alimentará a un Cliente Industrial.

4 Filtran, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **4.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 7.36 m.

A partir de aquí se tendrá una derivación hacia el Sur, con tubería de AC Ø4" y girando sobre la Av. Eje Dos para ir por el lado norte de la misma, esto con una longitud de 382.42 m, para alimentar en este recorrido a 4 Clientes Industriales.

5 Ryder Brownfield, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **5.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.17 m.

6 Kraem, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **6.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.17 m.

7 Cliente Potencial 18, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **7.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 24.80m.

8 Ryder SLP, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **8.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.93m.

Posteriormente se continuará con dirección hacia el sur sobre el lado Oeste de la misma Avenida con el Gasoducto de AC de 4 Ø" por una longitud de 281.44 m llegando así a una derivación con dirección al Oeste, durante este trayecto se brindará servicio a un Cliente Industrial.

9 Linc, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **9.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 22.28 m.

La derivación antes mencionada, con dirección Oeste, será una tubería de AC Ø4" y tendrá una longitud de 183.87 m, distancia en la cual se alimentará a un Cliente Industrial.

10 Posco, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **10.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 6.17 m.

Seguidamente, se avanzará en la misma dirección, con el Gasoducto de AC Ø4", por una distancia de 48.06 m, hasta llegar a la próxima derivación, la cual será con dirección al Este y cuya longitud será de 205.58 m. Después se continuará con la derivación que viene sobre la Av. Eje 2, continuando en dirección sur por una

longitud de 232.56 m, hasta donde se tendrá la próxima derivación, durante este trayecto se dará servicio a 2 Clientes Industriales

11 Taxan, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **11.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.20 m.

12 AAP, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **12.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.26 m.

Posteriormente se tendrá una derivación hacia el Oeste, la cual será un Gasoducto de AC Ø4", cuya longitud será de 192.23 m, alimentando en este trayecto a un Cliente Industrial.

13 Bend All, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **13.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 25.29 m.

Después continuará el gasoducto de AC Ø4" sobre la Av. Eje Dos, cambiando de acera, en dirección al Este, con una longitud de 18.78 m, para después girar con dirección al Sur y continuar de forma paralela a dicha avenida, a lo largo de 216.76 m, llegando así al final de esta derivación.

En este último trayecto se alimentará a dos Clientes Industriales.

14 Cliente Potencial 3, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **14.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 17.85 m.

15 Cliente Potencial 19, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **15.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.87 m.

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

16 Metal Tecnologies, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **16.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 21.22 m.

17 Penske, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Eje Dos, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **17.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 3.90 m.

Posteriormente habrá una derivación con dirección hacia el sur, por el lado Este de la calle S/Nombre, avanzando de esta manera por 181.50 m, para después, seguir por la misma calle en dirección al Sur-Oeste con una longitud de 639.39 m, alimentando en este recorrido a dos Clientes Industriales.

18 Cliente Potencial 11, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **18.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.79 m.

19 Hyunnam, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **19.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.38 m.

Continuaremos con el Gasoducto de AC Ø8", por 31.25 m, donde tendremos otra derivación hacia el sur, la cual estará cruzando la Av. Eje Dos con una longitud de 18.77 m, para posteriormente avanzar por el lado sur de dicha Avenida a lo largo de 206.05 m hasta llegar a una derivación (que describiremos más adelante), posteriormente iremos en dirección al Sur -Oeste por el lado norte de la calle, por una longitud de 252.04 m, trayecto en el que se dará servicio a un Cliente industrial.

20 Nitta Moore, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **20.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.03 m.

Seguidamente el ducto girará por la misma Calle, dirigiéndose hacia el Nor-Oeste a través de 167.96 m, llegando así a conectarse a otra parte del ducto en la coordenada (X= 305,765.420 m E, Y= 2,431,954.417 m N).

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

Retomando el Gasoducto que se encuentra sobre la Av. Eje Dos, en su lado sur, se tendrá un recorrido de 250.18 m, para después dirigirse hacia el Nor-Este por 120.00 m, para tomar rumbo Norte por una longitud de 22.92 m, para llegar al ducto de AC Ø8".

Continuando con el Gasoducto de AC Ø8", que se encuentra en el lado Norte de la Av. Eje Dos, se continuará de forma paralela a esta misma, con dirección al Este, por una longitud de 573.22 m hasta llegar a donde habrá una derivación, la cual se dirigirá hacia el Norte con una longitud de 105.32 m para poder alimentar a un Cliente Industrial.

21 GM Cubimsa SLP, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **21.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.61 m.

Posteriormente, se continuará con el gasoducto de AC Ø8", sobre el lado Norte de Av. Eje Dos. El cual tendrá una longitud de 125.03 m hasta donde se interseca con el Gasoducto Troncal de AC Ø8", que se encuentra de forma marginal a la carretera San Luis Potosí Villa de Arriaga, a la Altura de su Km 4+940.

Posteriormente se continuará con el Gasoducto Troncal de AC Ø8", el cual se dirigirá hacia el sur, partiendo desde la Av. Eje Dos, con dirección hacia el Sur, por una longitud de 864.68 m, hasta llegar a una derivación que llevará dirección al Oeste, la cual recorrerá una distancia de 196.76 m, alimentando así, a un Cliente Industrial.

22 Bartlett, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **22.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.13 m.

Posteriormente se continuará con el Gasoducto Troncal de AC Ø8", por una longitud de 208.12 m con dirección hacia el Sur-Oeste, para llegar a otra derivación con dirección al Oeste, ahora con una longitud de 341.78 m, gracias a la cual se dará servicio a un Cliente Industrial.

23 BD, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **23.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.00 m.

Siguiendo con la trayectoria del Gasoducto Troncal de AC Ø8", con rumbo al sur por 183.66 m, hasta llegar a la Carretera San Luis Potosí-Villa de Arriaga, a la altura de su KM 6+720 en donde cambiará la trayectoria para dirigirse al Nor-este, de forma Marginal y por el lado norte de la carretera antes mencionada, con una longitud de 3,686.28 m, en donde se alimentará a otro Cliente Industrial.

24 Cliente Potencial 57, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará a la altura del KM 3+000 de la Carretera San Luis Potosí-Villa de Arriaga, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **24.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 26.72 m.

Posteriormente, se avanzará una longitud de 6.90 m, llegando al final del Gasoducto Troncal de AC Ø8", en donde se tendrá un punto de interconexión (**1.PI**) al Gasoducto de AC Ø6" del Proyecto: "**Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí**" autorizado con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022,

A continuación, se describirán las Trayectorias del Gasoducto que se conectarán a la línea aprobada del **Proyecto**: "**Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí**" con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022.

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

para alimentar en este recorrido a un Cliente Industrial.

25 L'oreal México, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Shanghái, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **25.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 8.20 m.

Posteriormente se girará en la calle Hong Kong para ir por el lado sur de la misma a lo largo de 300.63 m, trayecto en el que se podrá alimentar a un Cliente Industrial.

26 Protans, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Shanghái, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **26.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.12 m.

Para posteriormente seguir dirección al Sur-Oeste, Cruzando de esta manera la Av. Detroit y colocarse en la parte norte de la Calle Dubái, por la que se desplazará el Gasoducto hasta llegar a la Av. Bangalore, todo esto con una longitud de 658.26 m, en esta trayectoria se dará servicio a un Cliente Industrial.

27 Edscha, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Shanghái, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **27.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 32.94 m.

A partir de este punto se tendrá una derivación hacia el Sur-Este, con un Gasoducto de AC Ø4", por el lado Este de la Av. Bangalore, recorriendo una distancia de 441.19 m hasta llegar a la Av. Europa. En este tramo se alimentará a dos Clientes Industriales.

28 Cliente Potencial 38, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **28.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.40 m.

29 JNM De México SLP, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **29.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.42 m.

Posteriormente se tendrá otra derivación, que partirá desde la Av. Bangalore y avanzará por el lado norte de la Av. Europa con una longitud de 575.48 m, para en este trayecto brindar el Servicio a dos Clientes Industriales

30 MSSL, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **30.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 21.53 m.

31 Cliente Potencial 24, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **24.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 9.96 m.

Después de esto continuaremos con el Gasoducto de AC de Ø4" partiendo desde la Av. Europa, sobre la Av., Bangalore, llegando a la Av. Singapur con una longitud de 310.80 m, en donde tendremos dos derivaciones. A lo largo de este trayecto se dará servicio a un Cliente Industrial.

32 Vuteq, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **32.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 13.25 m.

La primera derivación de las antes mencionadas será con dirección Nor-Este, la cual irá sobre el lado norte de la Av. Singapur con una longitud de 413.53 m. La segunda tendrá una dirección Sur-Oeste y también se dirigirá por el lado norte de la Av. Singapur.

A continuación, se continuará con el Gasoducto de AC Ø4" sobre la Av. Bangalore, la cual tendrá un último recorrido de 294.13 m, por el Lado Este de dicha avenida, alimentando así a dos Clientes Industriales.

33 Servicios de Agua, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **33.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.51 m.

34 Ibiden, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **34.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 24.99 m.

Continuando con la trayectoria del Gasoducto de AC Ø4", que se establece en la Calle Dubái a la altura de la Av. Bangalore, con dirección Sur-Oeste por una distancia de 702.82 m por el lado Norte de la Calle Dubái, llegando de esta manera a la Av. América, en donde se girará para dirigirse por el lado Este de dicha avenida, a lo largo de 459.44 m hasta llegar al cruce con la Av. Europa, lugar donde se tendrán dos derivaciones. La Primera en dirección al Nor-Este sobre el lado Norte de la Av. Europa, la cual recorrerá una distancia de 573.76 m, alimentando así a tres Clientes Industriales.

35 Caterpillar, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **35.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.35 m.

36 KHC, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **36.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 20.88 m.

37 Dowa, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **37.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 21.33 m.

La otra derivación será en tubería de AC Ø4", sobre la misma Av. América, la cual tiene dirección al Sur-Este, dicha derivación avanzará una longitud de 318.64 m, hasta llegar a calle S/Nombre, donde se tendrá una nueva derivación de AC Ø4" que irá sobre el lado sur de dicha Calle, a lo largo de 595.84 m, brindando servicio a un Cliente Industrial.

38 MK Tron, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, perpendicular a la Av. América, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **38.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.67 m.

Posteriormente se continuará con la derivación que se encuentra en la Av. América, a partir de la Calle S/Nombre, recorriendo una longitud de 251.61 m, hasta llegar a la glorieta de la Av. Asia, a lo largo de este trayecto se distribuirá el servicio a un Cliente Industrial.

39 BEM, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. América, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **39.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 37.90 m.

Continuando con el Gasoducto de AC Ø4", desde la intersección en Av. Europa con Av. América, para dirigirse hacia el Sur-Oeste, por el lado norte de la Av. Europa con una longitud de 527.73 m, llegando así a la Av. Ámsterdam donde se tendrá otra derivación, trayecto en el que se alimentará a dos Clientes Industriales.

40 Faurecia, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **40.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.63 m.

41 Fuji Alconix, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Europa, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **41.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.63 m.

Posteriormente se dirigirá en una derivación de AC Ø4", con dirección al Nor-Oeste, por el lado Oeste de la Av. Ámsterdam, recorriendo una distancia de 549.89 m, para poder brindarle servicio a dos Clientes Industriales.

42 Plastic Omnium, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Ámsterdam, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **42.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 14.22 m.

43 Surtec & Suzuki, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Ámsterdam, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **43.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 28.81 m.

Continuando por la Av. Europa, desde la Av. Ámsterdam, se irá con dirección hacia el Sur-Oeste, recorriendo así 408.00 m, llegando al final de esta derivación. A lo largo de este tramo daremos servicio a Dos Clientes Industriales.

44 FCC, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Ámsterdam, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **44.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.77 m.

45 Perfileto Aluminium, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Ámsterdam, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **45.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 22.27 m.

Posteriormente empezará una nueva trayectoria del Gasoducto de AC Ø8", cuyas coordenadas del punto de interconexión (**3.PI**) al Gasoducto del Proyecto: "Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022. A partir de este punto, que se encuentra sobre la Av. Bangalore, se saldrá hacia el Sur-Oeste con una pequeña longitud de 2.72 m, para posteriormente girar con dirección al Nor-Oeste, por el lado Este de dicha avenida, con una longitud de 54.42 m, posicionándose en la intersección con la Av. Asia. En este trayecto se dará servicio a un Cliente Industrial

46 Gis Power, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Bangalore, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **46.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.75 m.

Continuando con la trayectoria de AC Ø8", se girará en el punto al que se llegó anteriormente y se avanzará por el lado norte de la Av. Asía en donde se rodeará la glorieta de la intersección con la Av. América para continuar sobre esa misma avenida hasta llegar a la Frankfurt, todo esto con una longitud aproximada de 1,583.08 m, brindando servicio a un Cliente Industrial prácticamente al final del tramo.

47 GAIA, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Asia, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **47.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.87 m.

Siguiendo el Trayecto del Gasoducto de AC Ø8", desde la Av. Asia, con dirección hacia el Nor -Oeste, por el lado Este de la Av. Frankfurt, avanzando una distancia de 600.32 m, llegando así a la Av. Europa en donde se tendrá una derivación de AC Ø4". En el trayecto antes descrito, se dará servicio a un Cliente Industrial.

48 Ronal Group, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre la Av. Frankfurt, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **48.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 21.43 m.

Posteriormente, iniciará una derivación en la intersección de la Av. Europa y la Av. Frankfurt, la cual se dirigirá al Sur-Oeste por el lado norte de la Av. Europa, avanzando 409.19 m para llegar a la Av. Panamá, lugar donde se tendrán dos derivaciones del Gasoducto. La primera que será, hacia el Nor-Oeste, por el lado Este de la Av. Panamá y recorrerá 478.89 m. La segunda de estas se dirigirá sobre la misma calle, pero en sentido opuesto, avanzando de esta manera 622.80 m, en los que se tendrá un Cliente Industrial al que se le brindará servicio.

49 Chronos, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Frankfurt, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **49.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.38 m.

Seguidamente se dirigirá hacia el Sur-Oeste, con una derivación de AC Ø4", la cual se conducirá por el lado norte de la Av. Asia. Recorriendo un total de 732.14 m, en los cuales se brindará servicio a dos Clientes Industriales.

50 AGC Automotive, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicara sobre la Av. Asia, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **50.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.36 m.

51 Topy Fasteners, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Av. Asia, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **51.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 15.85 m.

Continuando la trayectoria de la tubería de AC Ø4" sobre el lado Norte de la Av. Asia, avanzando una longitud de 318.69 m, llegando al punto al punto de cruce en dicha calle con dirección al Sur-Este y una longitud de 83.66 m, para continuar de forma paralela a la Av. Frankfurt por 263.91 m, llegando así a una nueva derivación, misma que tendrá una longitud de 412.39 m y que se dirigirá por el lado Oeste de la misma Avenida.

Posteriormente se continuará con el Trayecto del Gasoducto de AC Ø4" girando a una calle S/Nombre desde donde viene el ducto y avanzando por el lado norte de la misma, con una longitud de 661.56 m, en donde se alimentará al Cliente Industrial.

52 Vesta, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **52.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 18.94 m.

Retomando la trayectoria del Gasoducto de AC Ø4", que se encuentra en la Av. Europa, se partirá desde la Av. Panamá con dirección al Sur-Oeste, avanzando de esta manera una longitud de 439.95´m por el lado norte de la avenida, llegando así a una Calle S/Nombre donde se tendrán dos derivaciones. La primera hacia

el Nor-Oeste, donde se avanzará una distancia de 573.78 m en los cuales se dará servicio a un Cliente Industrial.

53 Magna I, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **53.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 24.55 m.

La segunda derivación que se tendrá en este punto se dirigirá hacia el Sur-Este con una longitud de 569.48 m, trayecto en el que se alimentará a un Cliente Industrial.

54 Martin Rea, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **54.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 5.70 m.

Retomando el Gasoducto de AC Ø8" que se conduce por la Av. Frankfurt, comenzando desde la intersección en la Av. Europa, a partir de la cual el gasoducto se dirigirá hacia el Nor-Oeste, por el lado Este de la Avenida Frankfurt, llegando hasta donde se tendrá el último Cruce Carretero (**1.CC**) el cual será a la altura del KM 5+550 de la Autopista San Luis Potosí-Villa de Arriaga. Dicho cruce tendrá una longitud de 40.00 m. Este cruce se hará por el método de perforación direccional. En el trayecto de este segmento se brindará servicio a un Cliente Industrial.

55 MAGNA II, Su conexión será a la tubería de AC Ø8", que se ubicará sobre Av. Frankfurt, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **55.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 28.53 m.

Posteriormente se continuará por 4.86 m para terminar el trayecto de este ducto para conectarse al Gasoducto Troncal de AC Ø8".

Posteriormente, se tendrá un punto de interconexión (**4.PI**) al Gasoducto de AC Ø8" del Proyecto:

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

Para finalizar se tendrá un punto de interconexión (**5.PI**) al Gasoducto de AC Ø4 del Proyecto: "Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022. El ducto que se manejará a partir de este punto será AC Ø4 y avanzará de forma paralela a la Av. Múnich sobre el

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

Industrial.

56 Hirotec México, Su conexión será a la tubería de AC Ø4", que se ubicará sobre la Calle S/Nombre, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø2", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **56.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 4.90 m.

Posteriormente se doblará en la esquina de la calle para avanzar por el lado Oeste de esa Calle S/Nombre, con dirección a la Av. Asia, a lo largo de 613.32 m aproximadamente, en donde terminará el tramo de la tubería.

Finalmente se continuará, desde el punto donde se realizó la última derivación, siguiendo con la dirección que lleva el ducto (Nor-Oeste) y recorriendo la distancia de 591.51 m para llegar casi a la Av. Asia. En ese punto terminará la trayectoria del Ducto de AC Ø4".

Por último, se tendrá un Cliente Industrial que se conectará al Gasoducto de AC Ø8" (**6.PI**) del Proyecto: "Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" con No. de oficio: ASEA / UGI / DGGPI / 1130 / 2022.

57 Motherson, Su conexión será al Gasoducto de AC Ø8" del Proyecto: "Interconexión Villa de Reyes-San Luis Potosí" con No. de Expediente: 24SL2017C0069, el cual se encuentra en la Av. Detroit, se realizará una derivación y colocación de válvula de AC Ø4", la cual fungirá como acometida hasta llegar al posicionamiento de la **57.ERM** del nuevo cliente con una longitud aproximada de 23.76 m.

En el **Anexo 2.5** se presentan las especificaciones de la trayectoria del ducto, indicando para cada segmento su cadenamiento (origen, destino), longitud, coordenadas de inicio y fin, así como sus características de diseño

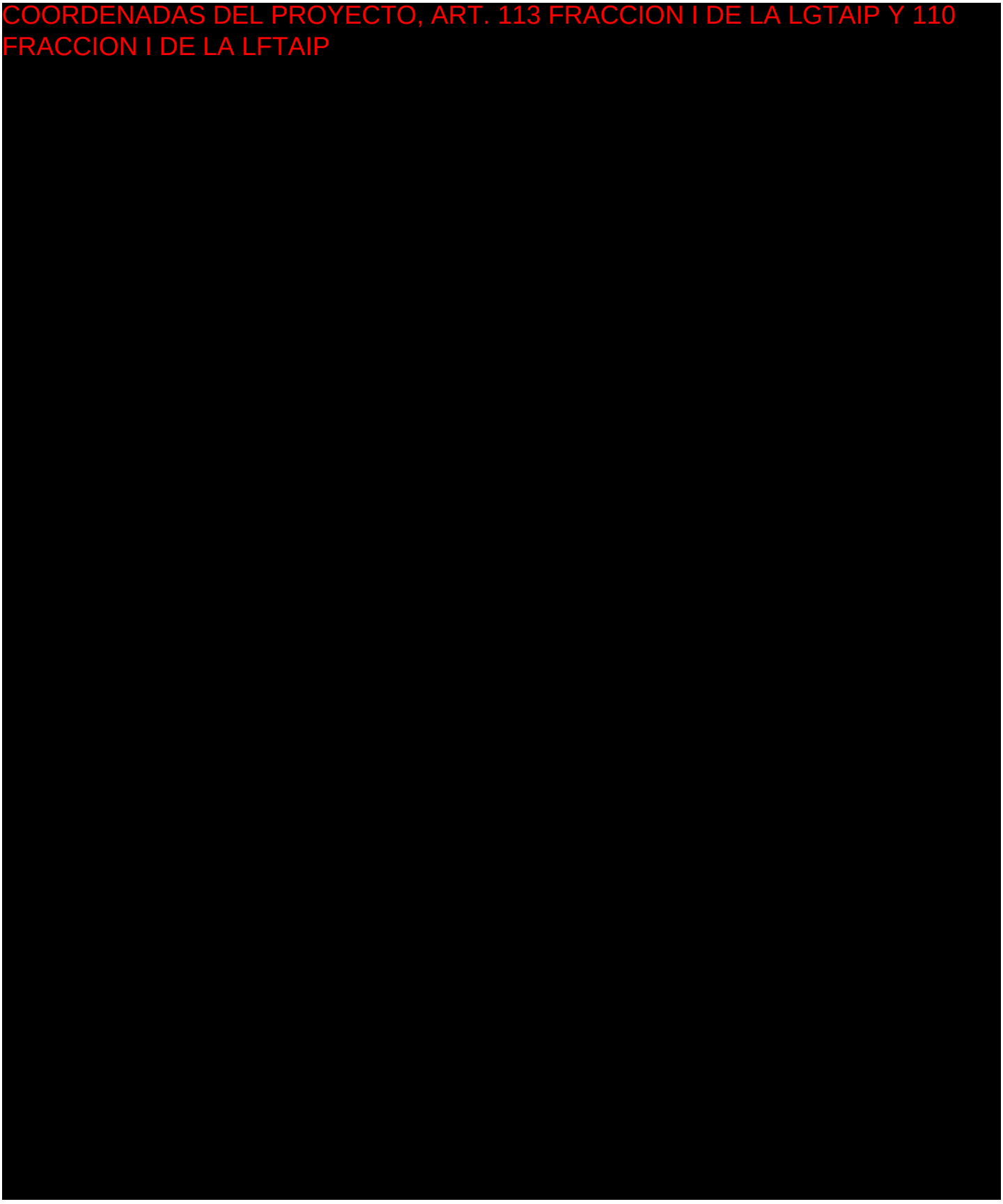
A continuación, se muestran las coordenadas de los demás elementos que conforman el proyecto.

Coordenadas Puntos de Interconexión

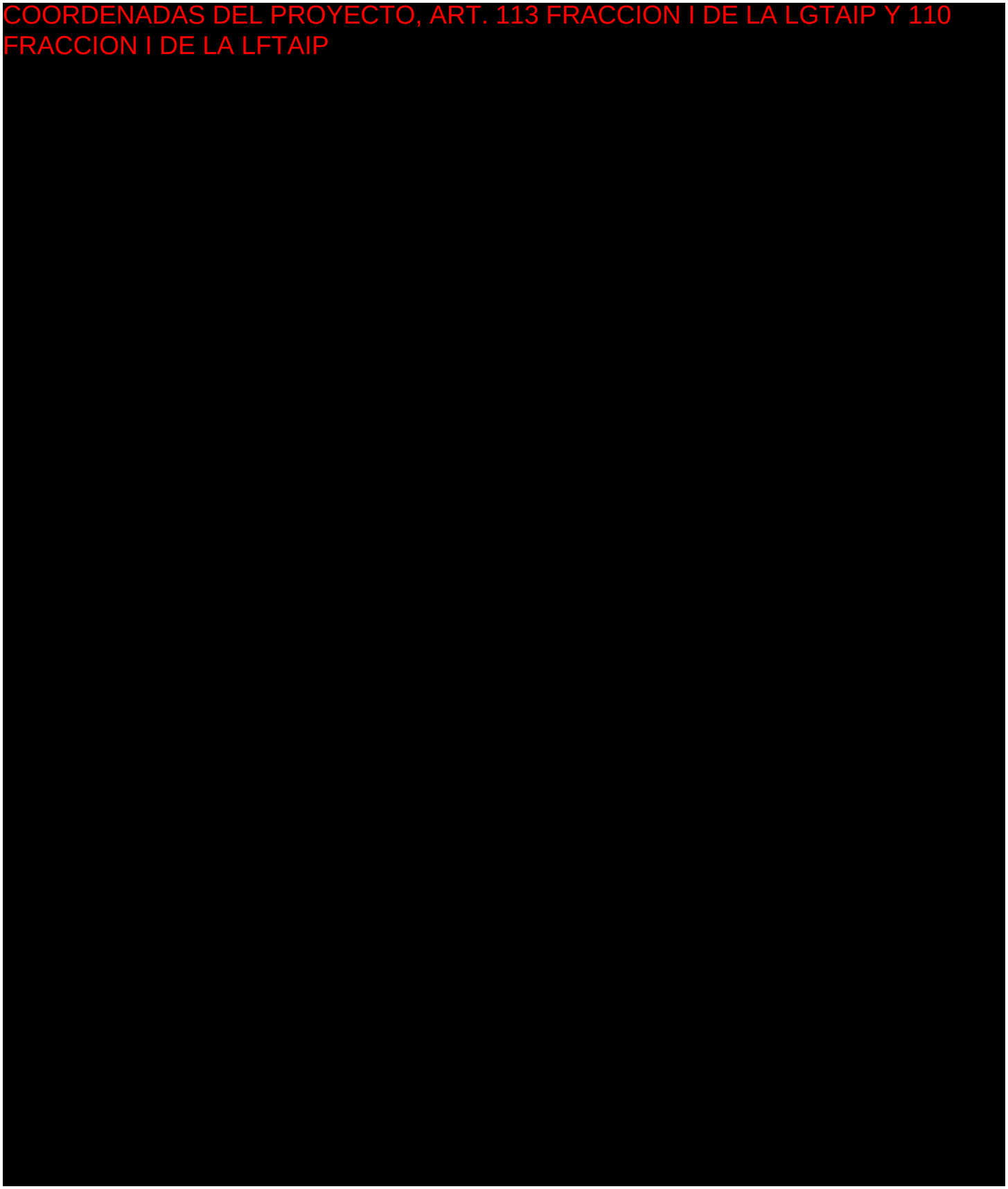
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

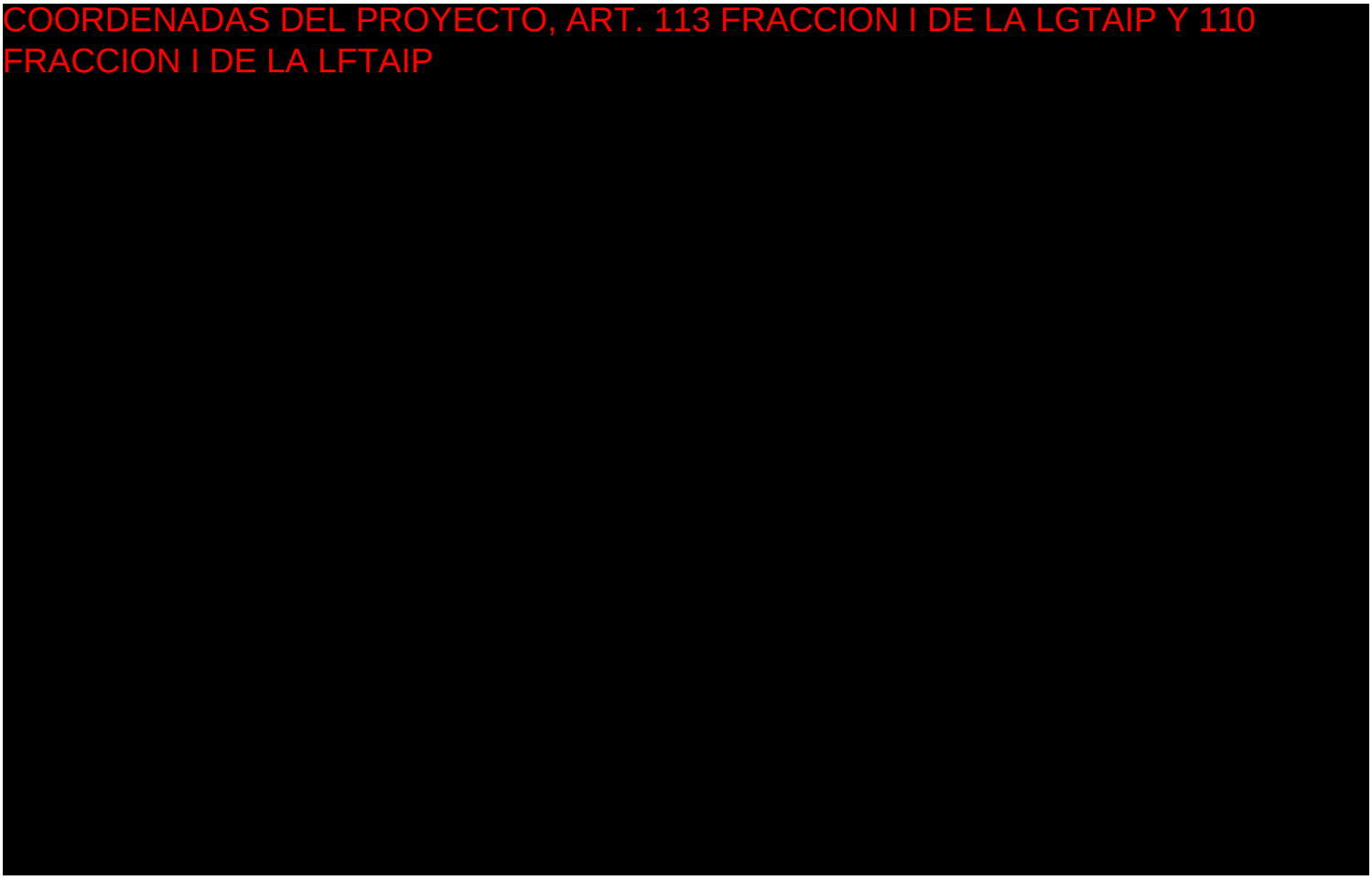
Coordenadas Estaciones de Regulación y Medición

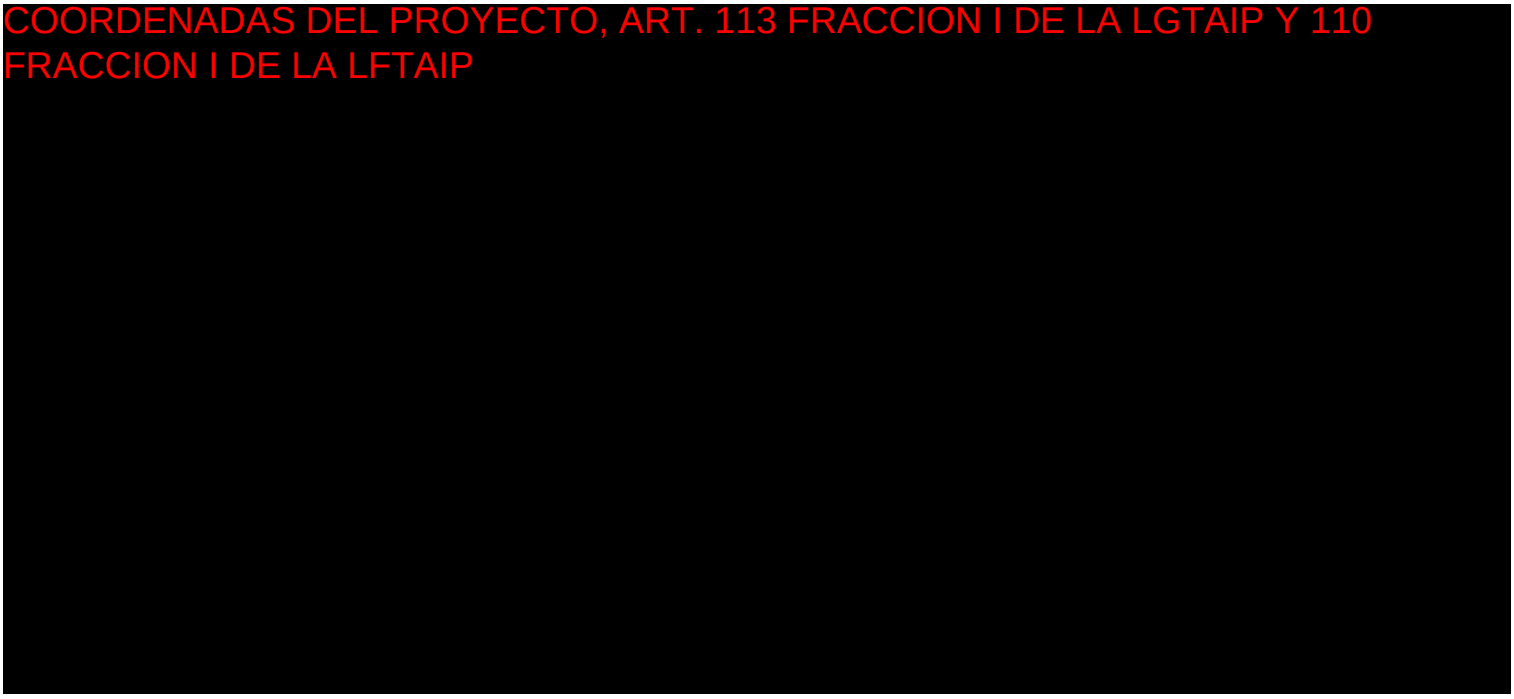
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



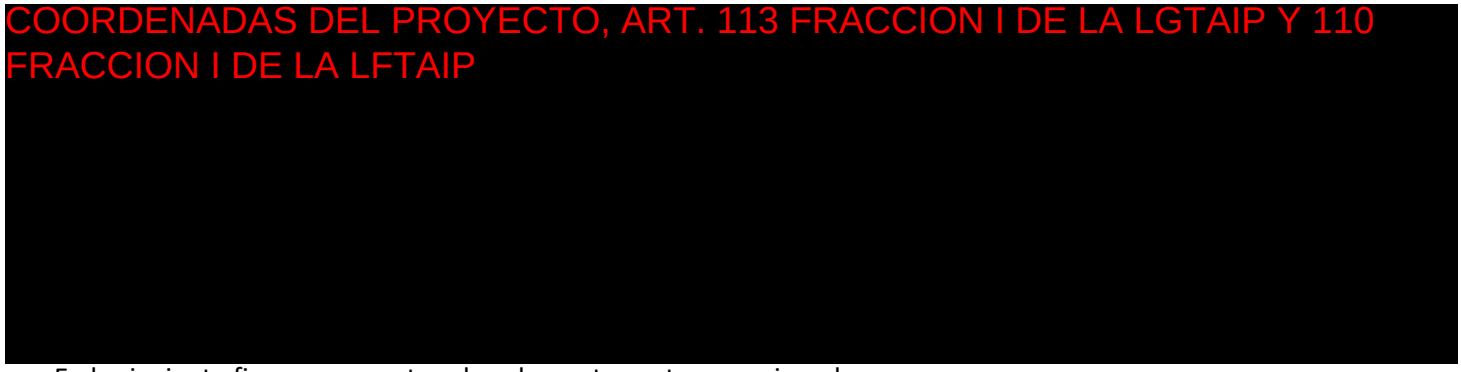
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP




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

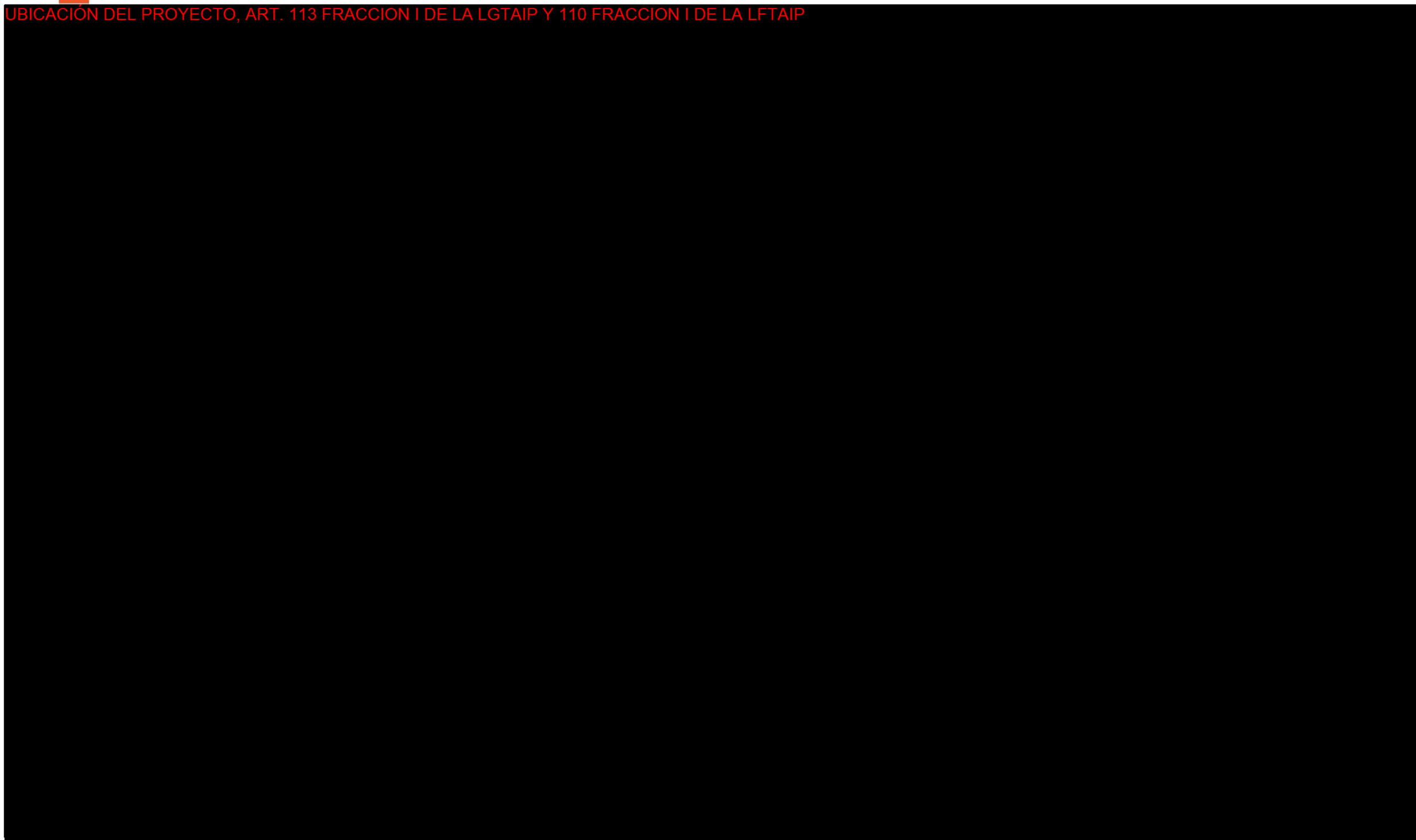

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Coordenadas con cruces de ferrocarril

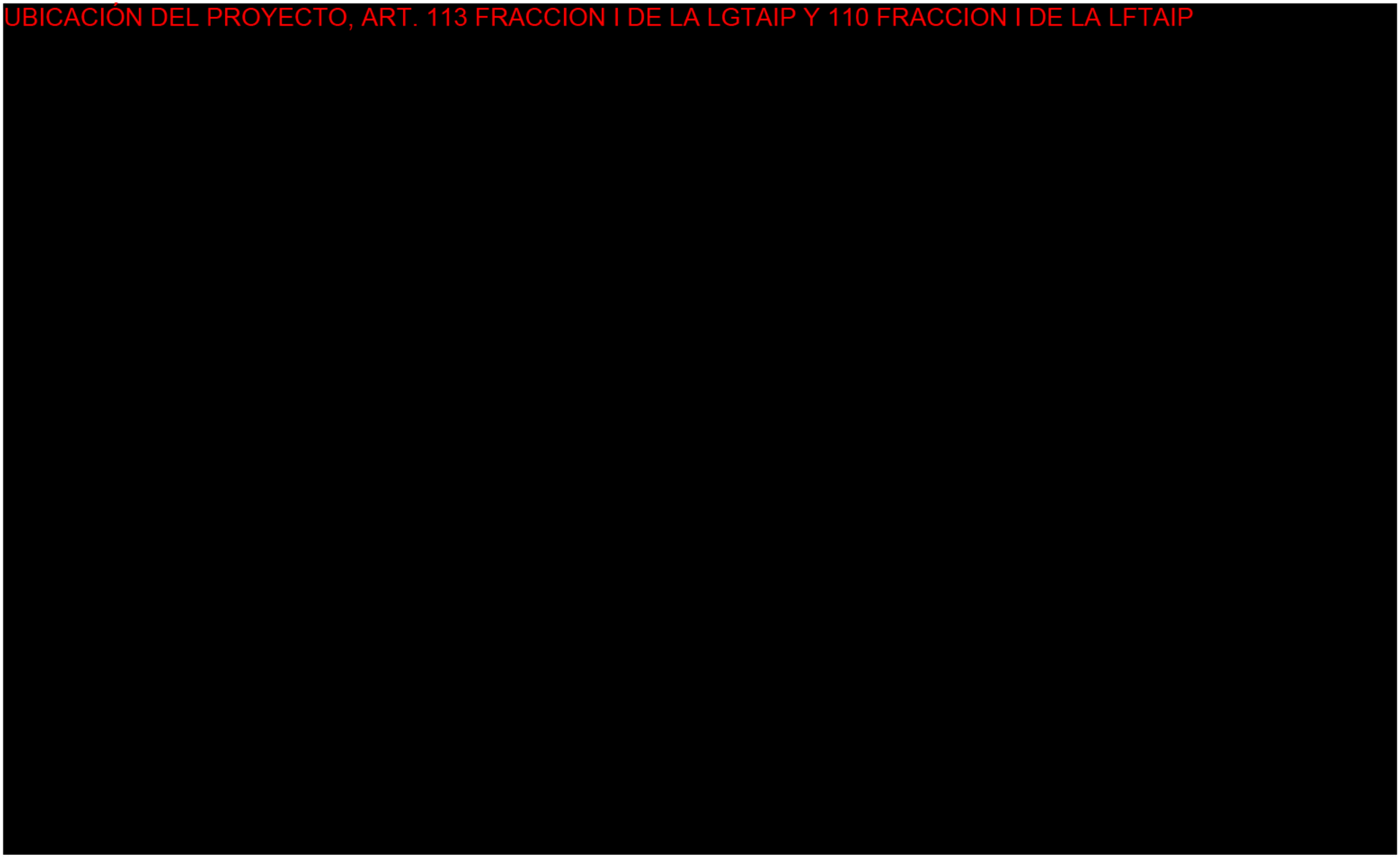


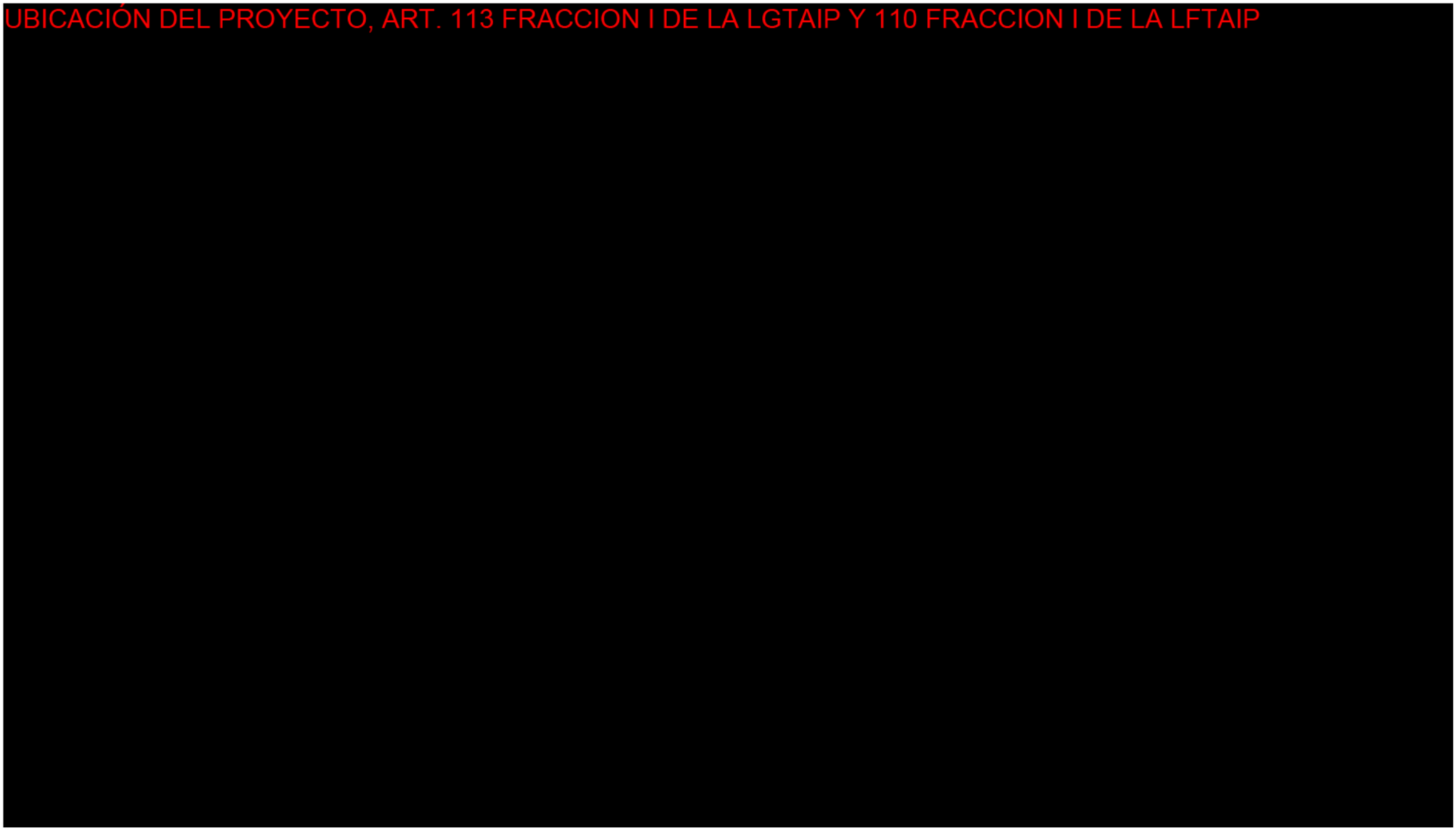
En la siguiente figura se muestran los elementos antes mencionados.

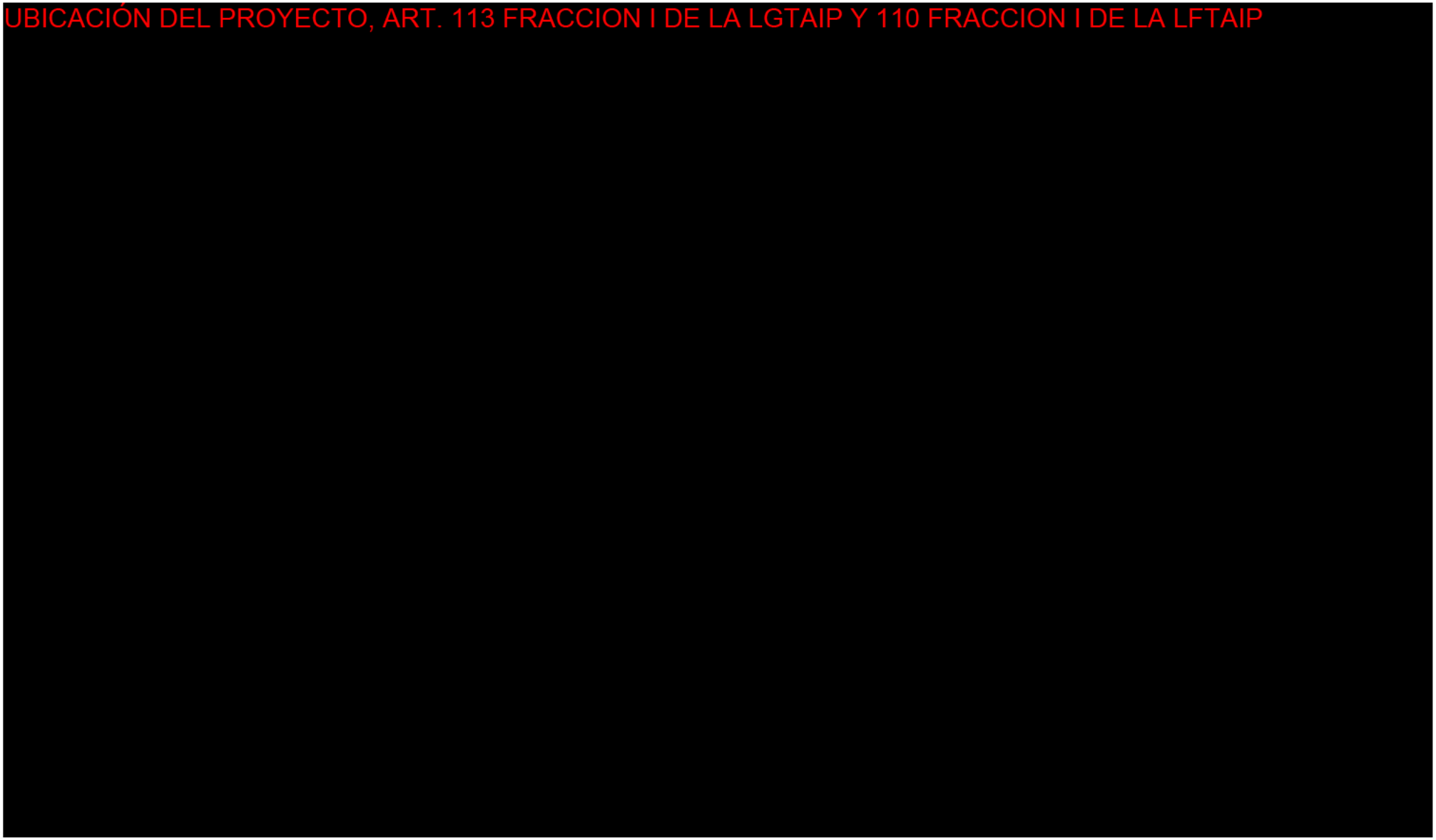
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

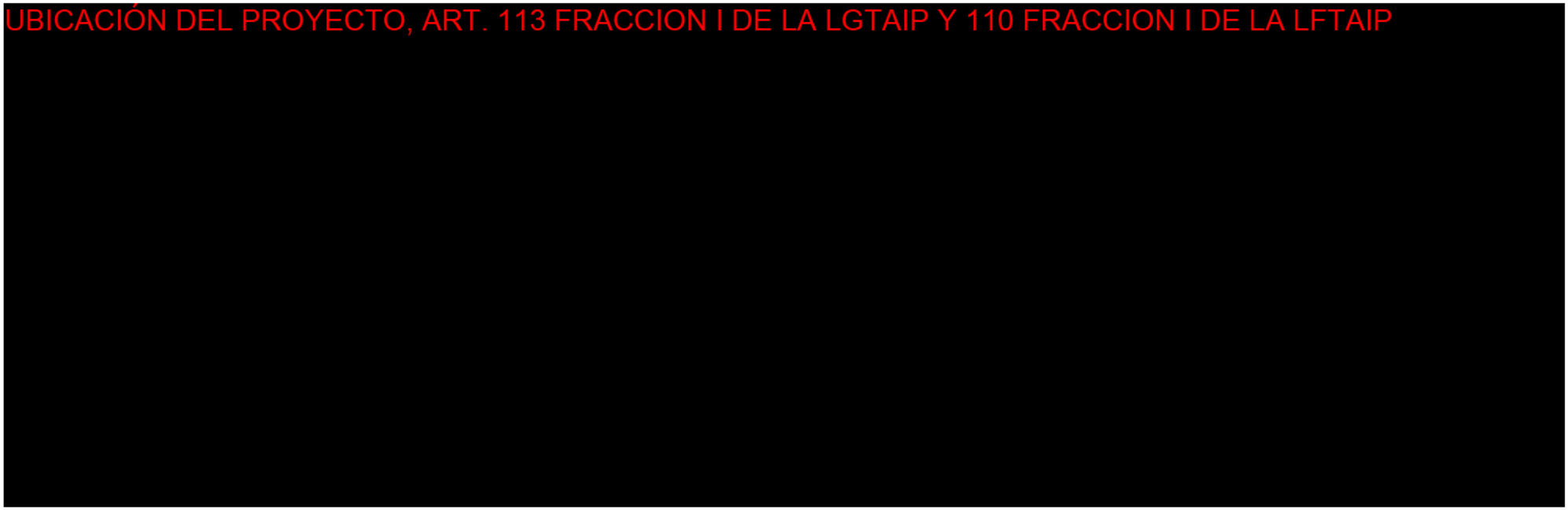


A continuación, se muestran algunas fotografías de puntos relevantes donde se puede identificar el estado actual del proyecto **Bajío – San Luis Potosí** en el municipio de **San Luis Potosí**.

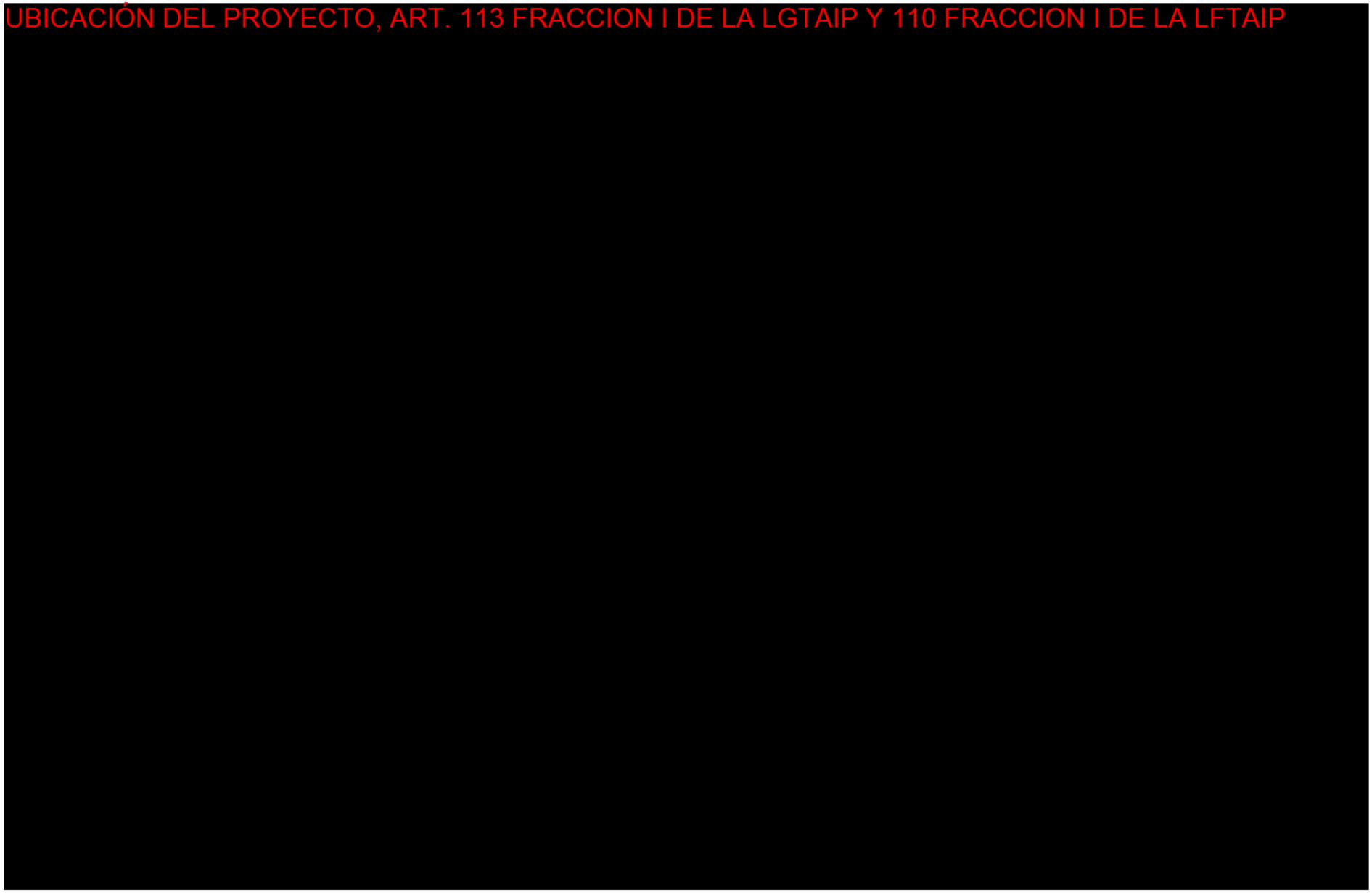



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

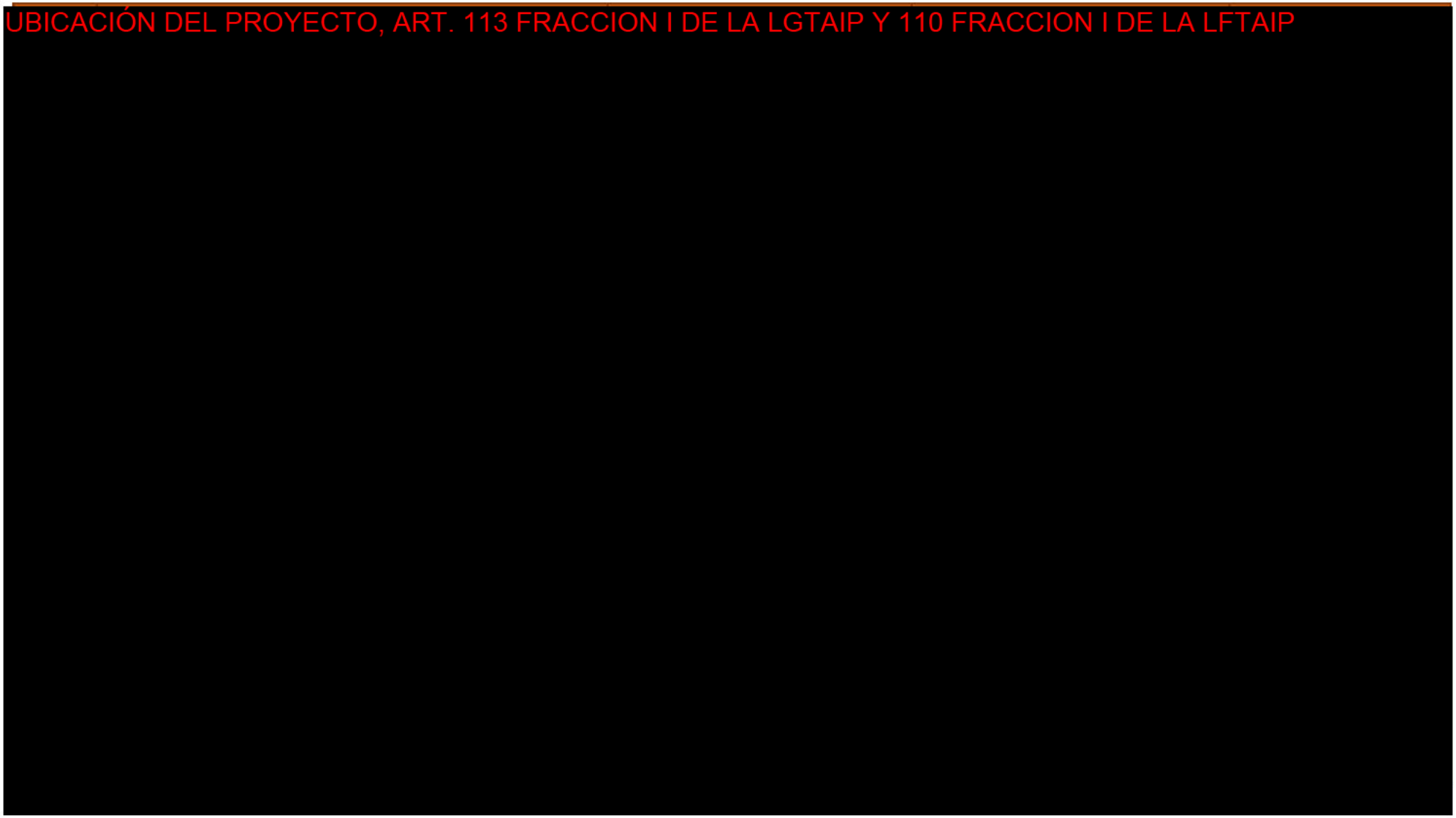

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

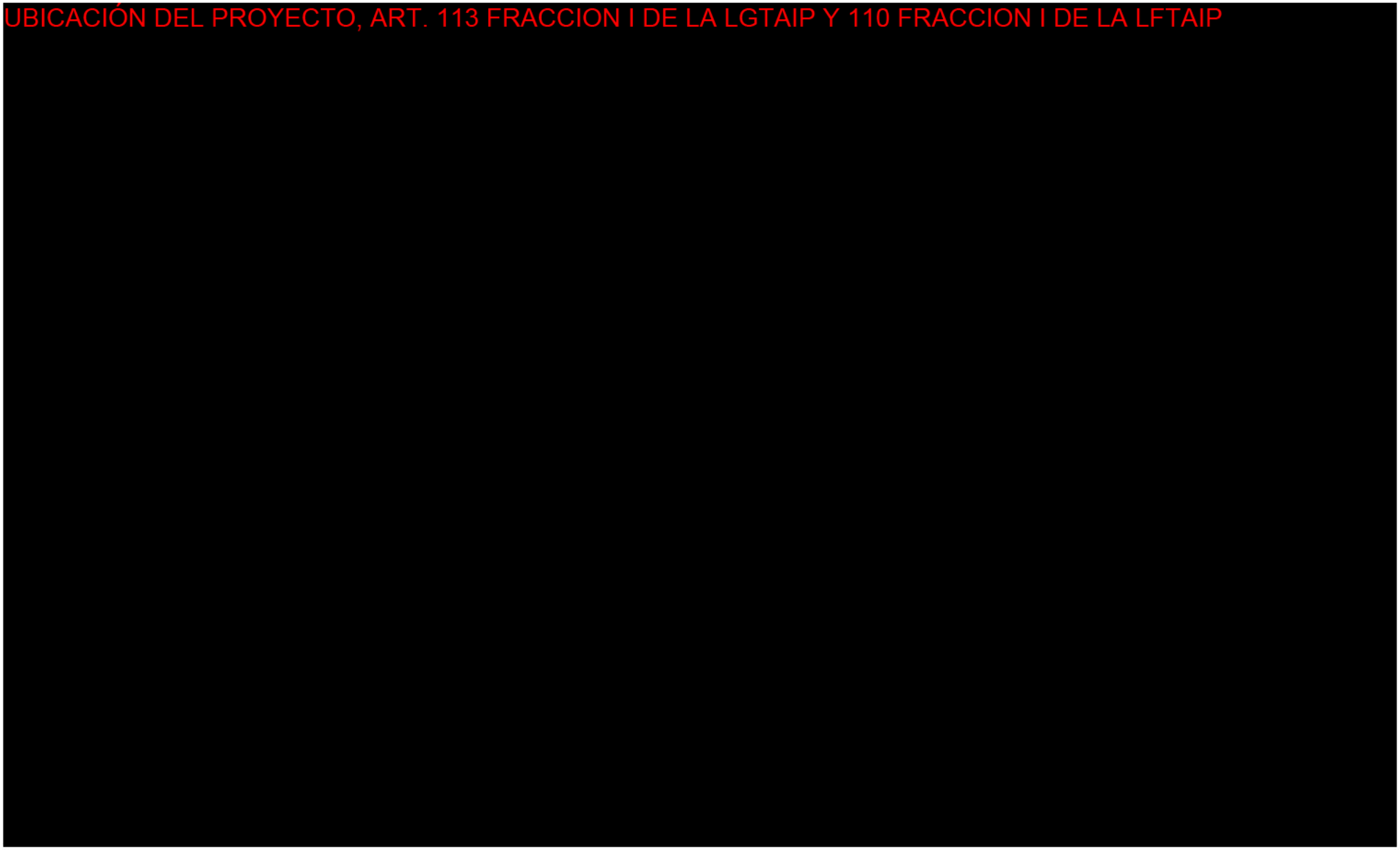


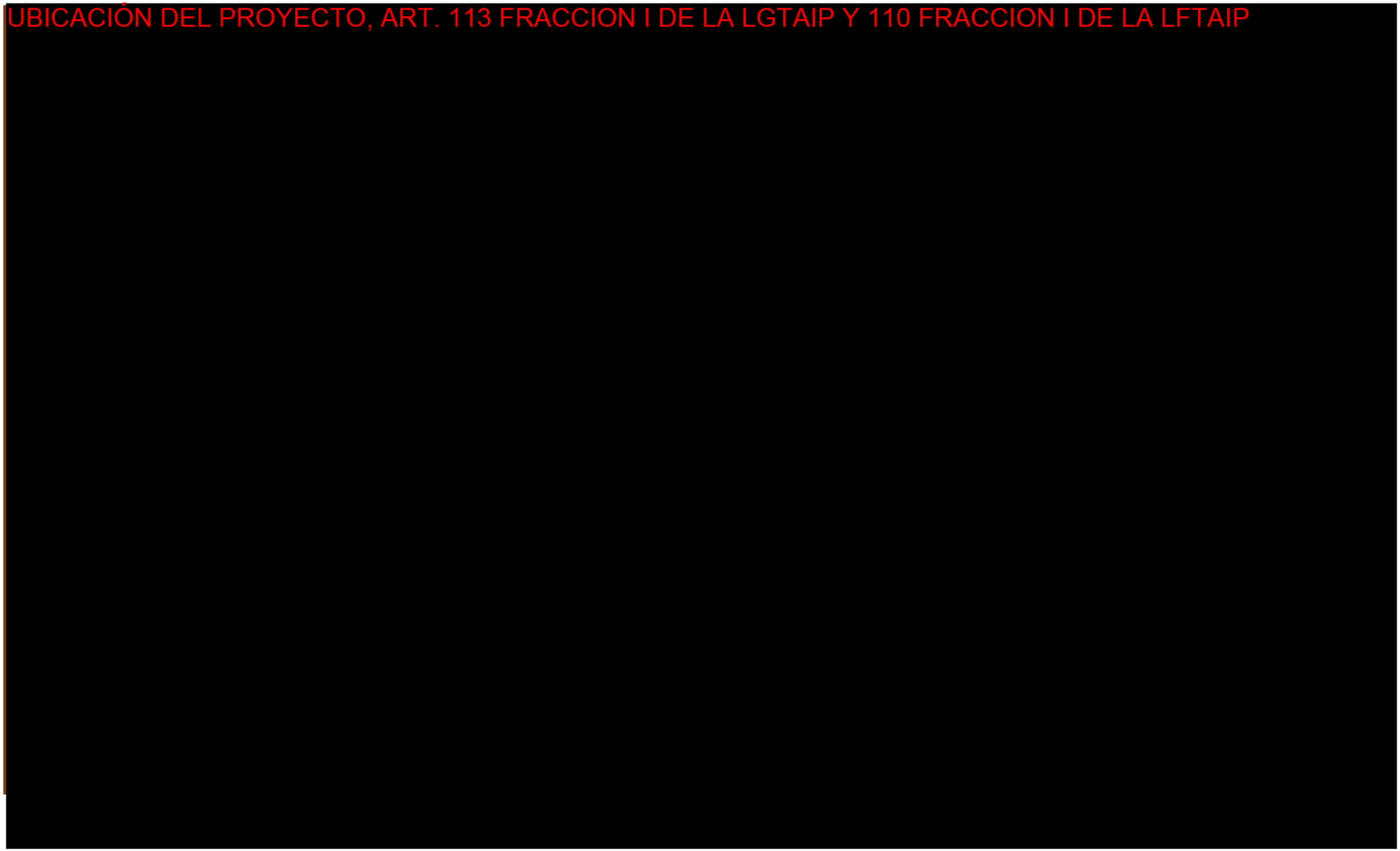
En la siguiente imagen se muestra el código y ubicación de las tomas fotográficas tomadas durante los trabajos de campo correspondientes al municipio de San Luis Potosí. Como ya se mencionó anteriormente el archivo fotográfico se encuentra en el **Anexo 2.4** de este documento.

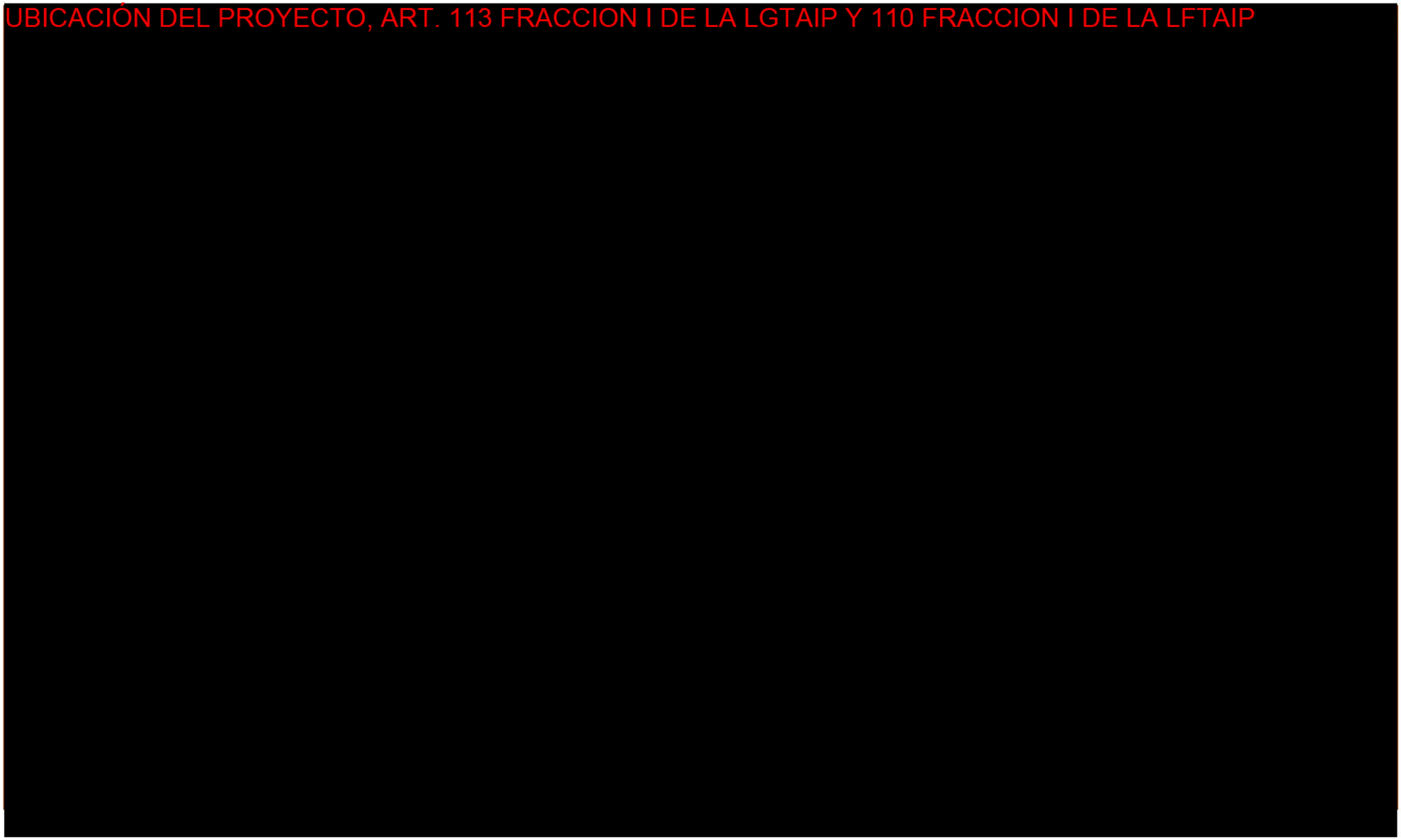

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

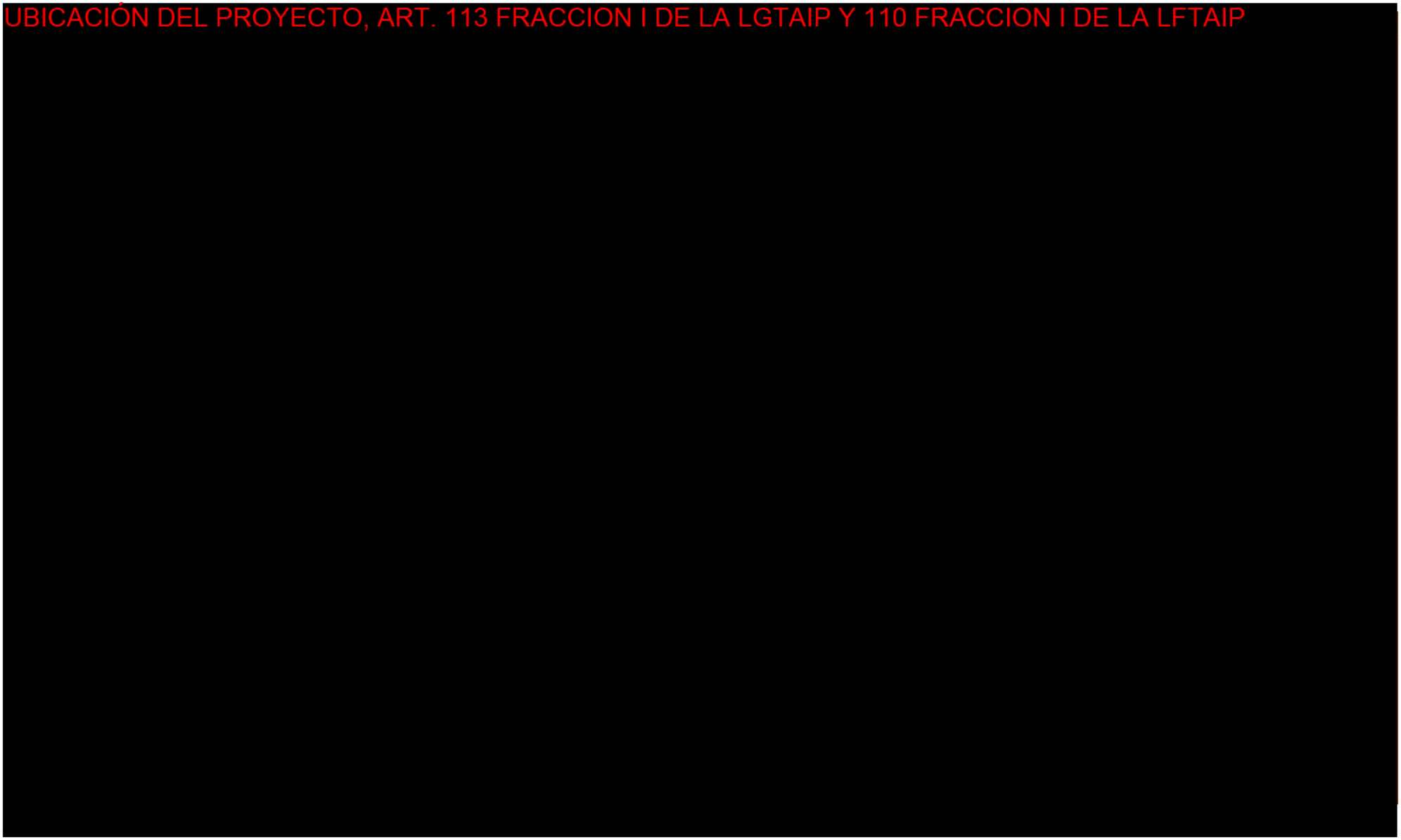
A continuación, se muestran algunas fotografías de puntos relevantes donde se puede identificar el estado actual del proyecto **Bajío – San Luis Potosí** en el municipio de **Villa de Reyes**.

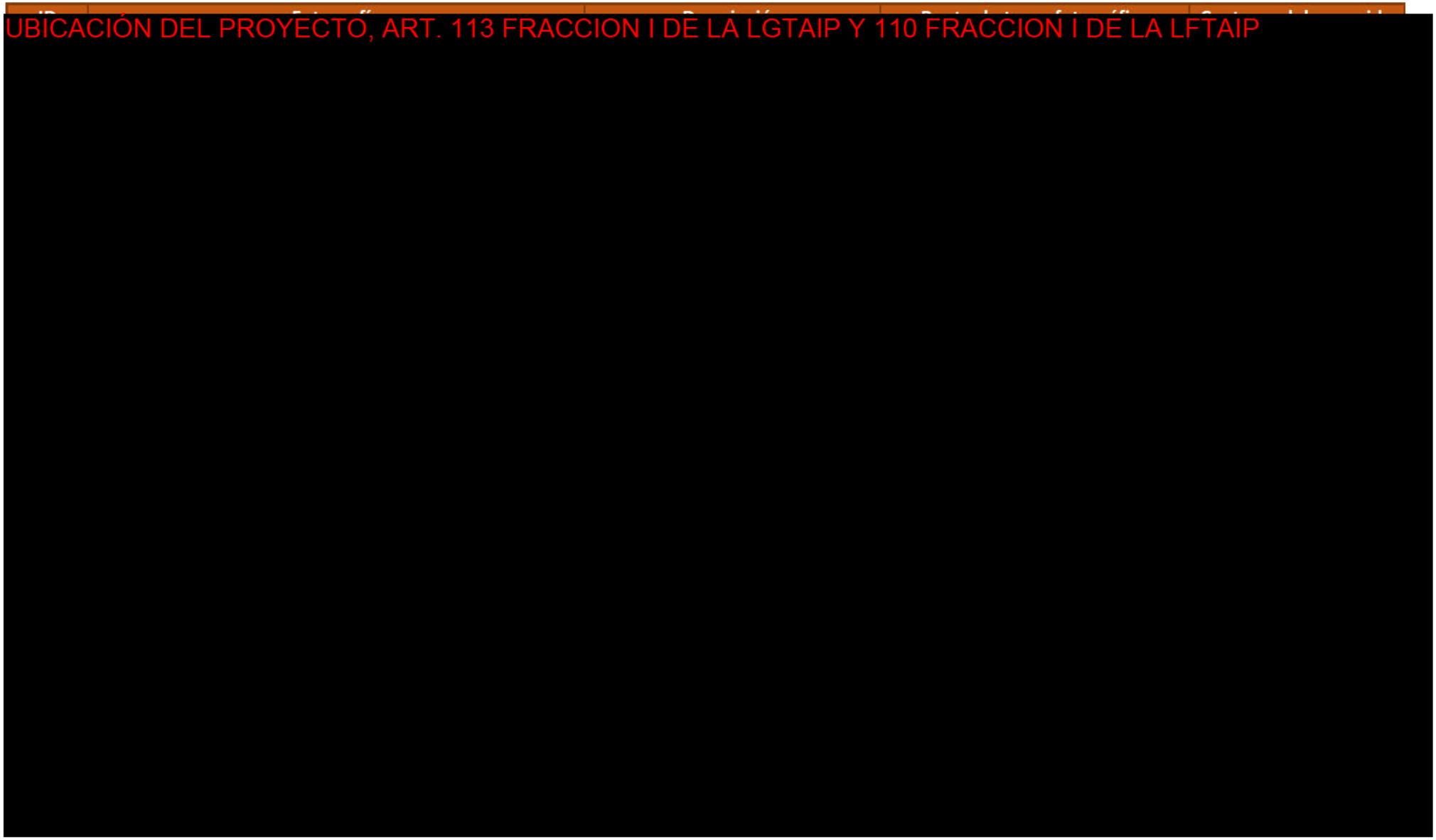


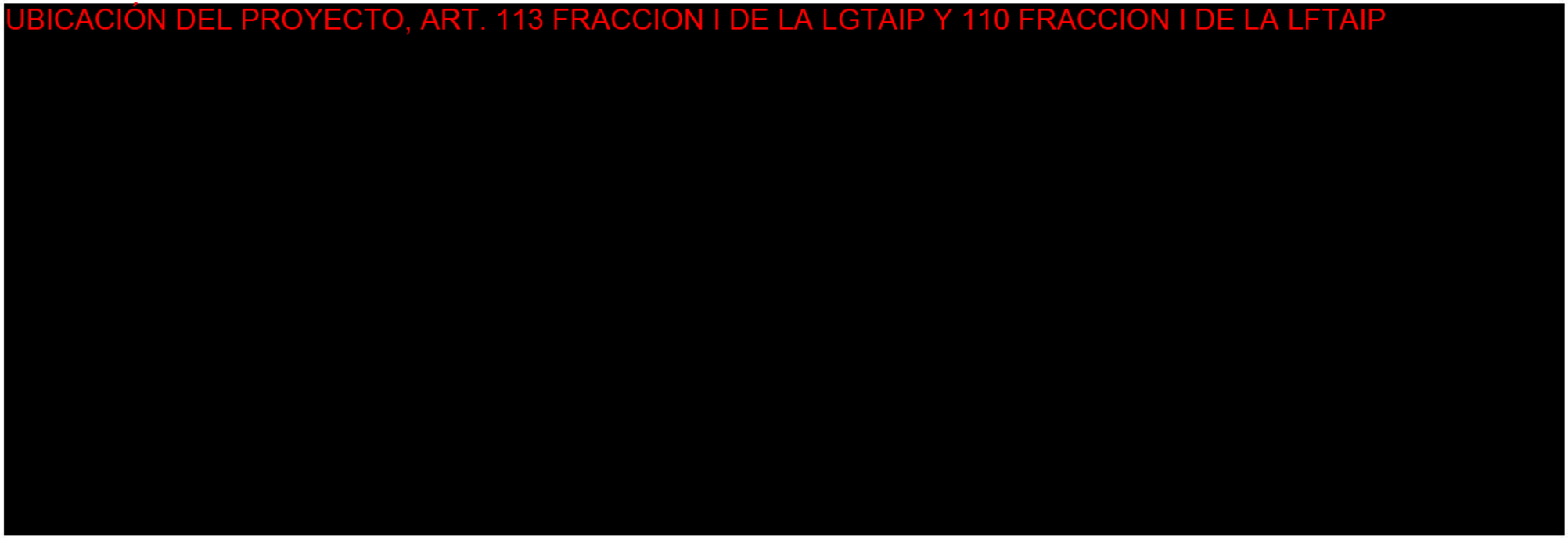

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

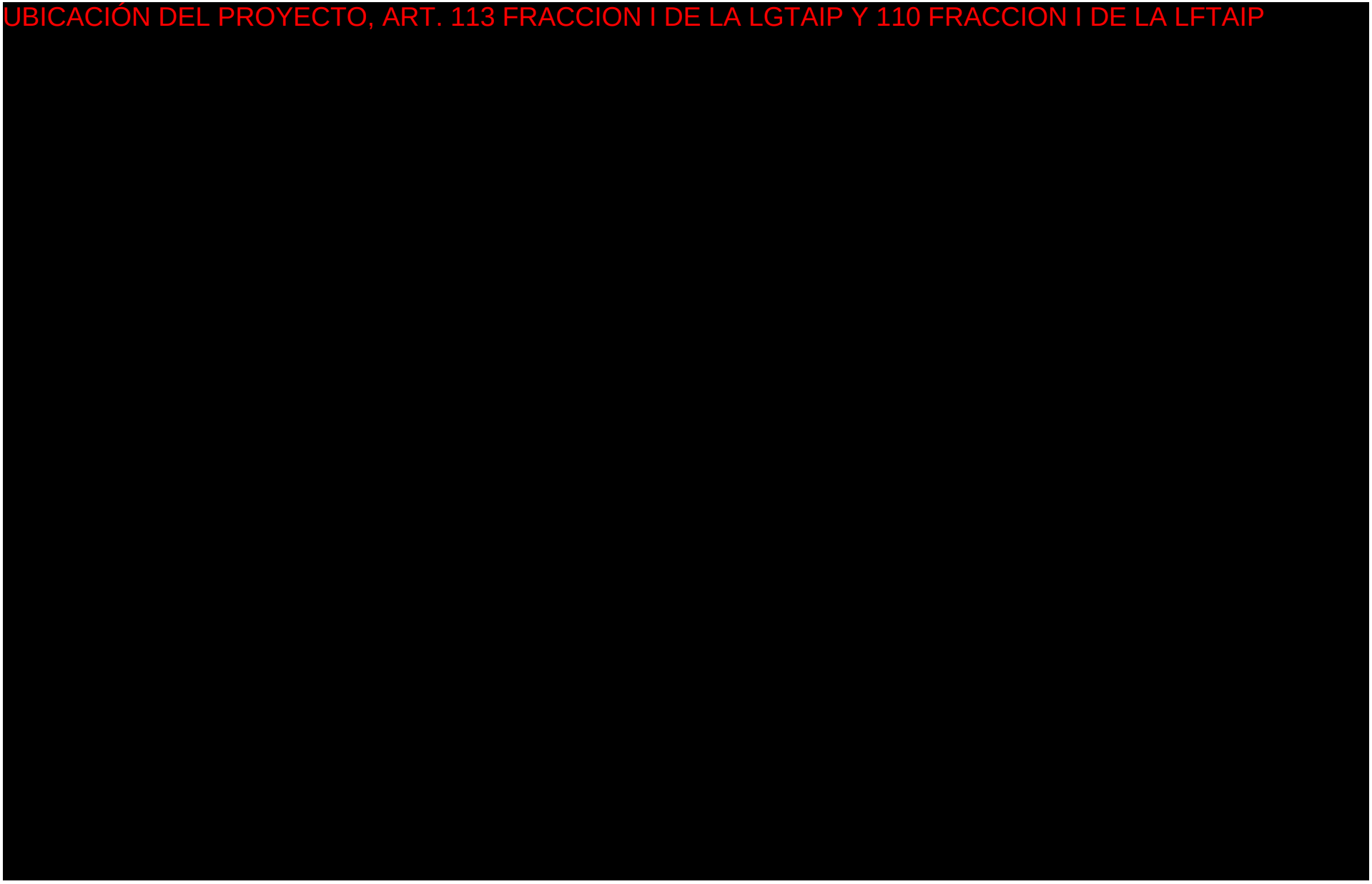

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



En la siguiente imagen se muestra el código y ubicación de las tomas fotográficas tomadas durante los trabajos de campo correspondientes al municipio de Villa de Reyes. Como ya se mencionó anteriormente el archivo fotográfico se encuentra en el **Anexo 2.4** de este documento.

Como se puede observar en el compendio fotográfico el uso de suelo del área donde se pretende instalar la red de distribución con sus componentes, es de tipo Industrial, en áreas previamente impactadas, por lo que **en ningún momento se llevará a cabo remoción de vegetación.**


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

II.2.5 Descripción de las diferentes etapas del proyecto

II.2.5.1 Preparación del sitio y construcción para ductos

Clases de Localización.

Para establecer la Clase de Localización de este proyecto, se considera lo establecido por la norma en su apartado 5.1.1.1.1 la cual nos dice:

Localización clase 1: El Área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones para ocupación humana.

Localización clase 2: El Área unitaria con más de diez y hasta cuarenta y cinco construcciones para ocupación humana.

Localización clase 3: El Área unitaria que cuenta con cuarenta y seis construcciones o más para ocupación humana; considerando, además:

El tramo de una tubería clase 1 o 2 debe ser reclasificado como clase 3 cuando el eje de dicho tramo se encuentre a una distancia igual o menor a 100 metros de:

a) *Una construcción ocupada por veinte o más personas, al menos 5 días en la semana, en 10 semanas en un periodo de 12 meses. Los días y las semanas no tienen que ser consecutivos, por ejemplo: escuelas, hospitales, iglesias, salas de espectáculos, cuarteles y centros de reunión.*

b) *Un área al aire libre definida que sea ocupada por veinte o más personas, al menos 5 días a la semana, en 10 semanas en un periodo de 12 meses. Los días y las semanas no tienen que ser consecutivos, por ejemplo: campos deportivos, áreas recreativas, teatro al aire libre u otro lugar público de reunión, o*

c) *Un área destinada a fraccionamiento o conjunto habitacional o comercial que no tenga las características de la clase 4.*

Localización clase 4: El Área unitaria en la que predominan construcciones de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja, donde el tráfico vehicular es intenso o pesado y donde pueden existir numerosas instalaciones subterráneas.

Por lo antes expuesto, se concluye que el proyecto presenta una Clase de Localización 4, debido a que el área unitaria en la que predominan construcciones de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja, donde el tráfico vehicular es intenso o pesado y donde pueden existir numerosas instalaciones subterráneas.

Especificaciones de red a instalar

Esta red cumplirá en todo momento desde su proyección, diseño, gestión, construcción, inspección, pruebas, certificación, puesta en servicio, operación y mantenimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, la cual lleva como título “Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos” misma que tiene como objeto y que a la letra dice:

"La presente Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento, de los Sistemas de distribución de Gas Natural y de Gas Licuado de Petróleo por Ductos". Y que en lo sucesivo nos referiremos a esta simplemente como "la norma" y la cual menciona sus campos de aplicación, en su apartado 2. el cual se transcribe a continuación:

"La presente Norma Oficial Mexicana es aplicable en todo el territorio nacional y es de observancia obligatoria para los Regulados que realicen las actividades de Distribución de Gas Natural y Gas Licuado del Petróleo por Ductos durante las etapas de diseño, construcción, pre-arranque, operación y mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento; desde el punto de transferencia físico del sistema de Transporte al de distribución o en su caso del almacenamiento al Sistema de distribución, hasta la salida del Medidor o de la Estación de regulación y medición del usuario final".

La red se construirá utilizando tubería y accesorios de acero bajo las especificaciones de las normas oficiales mexicanas aplicables y considerando que para la correcta operación de la red de distribución se considerará como una presión mínima, en los extremos más alejados de la red, la presión requerida por los clientes.

Toda la tubería de distribución hasta Ø20" por norma debe ser instalada a una profundidad mínima de 0.6m, medidas del nivel de piso terminado hasta el lomo de tubo instalado. Esto cumpliendo con el apartado 6.4.1.1. de la norma, como se muestra en la figura siguiente.

Tabla II. 12. Especificaciones para instalación de tuberías

Ubicación		Excavación normal (cm)	Excavación en roca (cm)
En general -Tubería hasta 508 mm (20 pulg) de diámetro -Tubería > 508 mm (20 pulg) de diámetro		 60 75	 45 60
En derechos de vía, de carreteras o ferrocarriles		120	90
Cruzamientos de carreteras		120	90
Cruzamientos de ferrocarriles -Tubería encamisada -Tubería sin encamisar		 120 200	 120 200
Cruces de vías de agua		120	60
Bajo canales de drenaje o irrigación		75	60
Acometida	Presión de operación <= 689 kPa	45	30
	Presión de operación > 689 kPa	60	45

En caso de que se encontrara infraestructura existente al momento de instalar la tubería, **Tractebel**, tomará las medidas necesarias para que esta quede a una separación mínima de 0.30 m de cualquier instalación, medidos desde sus diámetros exteriores, ya sea en caso de paralelismos o cruces de manera perpendicular.

II.2.5.2 Cálculo de espesores para los ductos de acero

Para el cálculo de espesor de la tubería, se utilizarán **25 bar** como presión de diseño. Según la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016 apartado 5.1.1.1, el espesor mínimo teórico del ducto se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$t = \frac{P(kPa)x\ D(mm)}{2\ x\ S(kPa)x\ F\ x\ E\ x\ T}$$

Donde:

t: espesor mínimo teórico en pulgadas

P: presión de diseño = 25 bar o 362 PSI

D: diámetro nominal exterior

F: Factor de localización,

F = 0.4 E. Factor de eficiencia de soldadura, E = 1

T: Factor de diseño por temperatura, T = 1

S: Cedencia del acero.

Tabla II. 13. Especificaciones para ductos de acero

DN pulg	D pulg	S psi	T pulg	Ducto elegido	
				Especificación	t pulg
2”	2.875”	35,000	0.033	API 5L grado B Cédula 40	0.154
4”	4.5”	35,000	0.073	API 5L grado B Cédula 40	0.237
6”	6.625”	35,000	0.098	API 5L grado B Cédula 40	0.280
8”	8.625”	35,000	0.131	API 5L grado B Cédula 40	0.322
10”	10.750”	35,000	0.163	API 5L grado B Cédula 40	0.365

II.2.5.3 Excavación de zanjas

Habiendo realizado las medidas necesarias, se procederá a la realización de la zanja, teniendo en cuenta las siguientes precauciones:

- Tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar la rotura o deterioro de cualquier infraestructura existente, aérea o subterránea.
- Cuando se realicen excavaciones en terrenos inestables, el perfil de la zanja será en “V” o en su defecto se asegurará por posibles derrumbes.

- Se deberá disponer y emplear los equipos necesarios, los métodos adecuados y la mano de obra suficiente para ejecutar el zanjeo de acuerdo con el cronograma de obra.
- La tierra extraída durante el zanjeo deberá volcarse a un lado de la zanja, en caso de no poder ser retirada inmediatamente, se deberá guardar una distancia mínima de 0.30 m entre el talud del acopio y el borde de la zanja.
- El escurrimiento de agua en las alcantarillas públicas o privadas siempre tiene que estar asegurado, tomando todas las precauciones necesarias para asegurar un saneamiento suficiente de la zanja antes de bajar la tubería.

Los anchos mínimos para las zanjas de las tuberías de acero se presentan en la siguiente tabla:

Tabla II. 14. Ancho de zanjas para ductos de acero

Diámetro de tubería	Ancho de zanja (m)
2"	0.20
4"	0.30
8"	0.40

Nota: *Considerar solo los diámetros que apliquen al proyecto a ejecutar.*

II.2.5.4 Relleno de Excavación

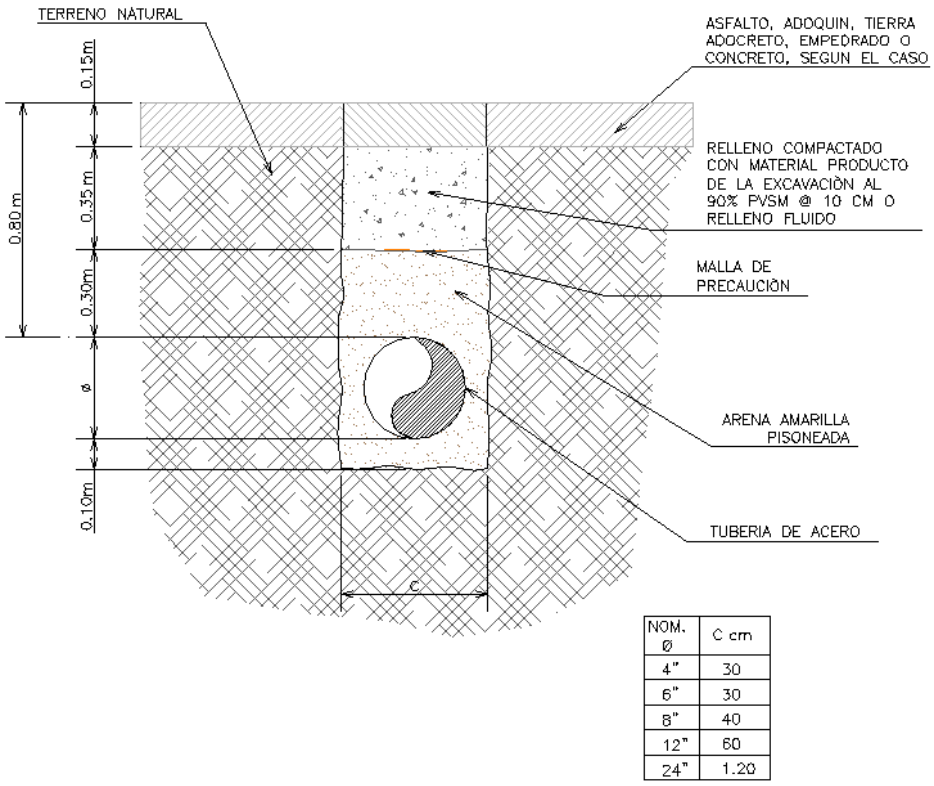
Una vez realizado lo anterior se colocará la tubería dentro de la zanja, para lo cual se deberá realizar lo siguiente:

Antes de "bajar" la tubería, se colocará en el fondo de la zanja, una capa de arena de 0.10 m de un espesor uniforme sobre la que apoyará la tubería, de tal modo que la tubería deberá quedar lo más recta posible apoyando de manera uniforme en la capa antes mencionada. La arena deberá ser fina del # 2, limpia y libre contaminación, es decir, sin boleo, escombro, basura o cualquier otro material ajeno.

Nota: En caso de que el material producto de la excavación cumpla con estos requisitos podrá utilizarse a criterio y con la aprobación del supervisor en campo del proyecto. En caso de que esto último no sea así, la arena deberá ser traída de un banco de materiales, cuidando que cumpla con los requisitos estipulados en este punto.

Una vez colocada la tubería en la zanja, se llevará a cabo el relleno de la esta última, así como la reposición del pavimento removido. La zanja se rellenará con arena (con las mismas características que la utilizada para la cama de arena, mencionada anteriormente). Hasta llegar a una altura de 0.30 m tomada a partir del lomo del tubo instalado.

La arena deberá ser colocada en capas de 0.20 m y apisonado a 85 % de su PVSM (Peso Volumétrico Seco Máximo), con una tolerancia de ± 5%. Esta operación deberá repetirse cuantas veces sea necesario hasta alcanzar la altura de 0.30 m mencionada en el párrafo anterior.



NOM. Ø	C cm
4"	30
6"	30
8"	40
12"	60
24"	1.20

Figura II. 7. Colocación de tubería en zanja

Nota: Se considerarán solo los diámetros que apliquen al proyecto

Una vez alcanzada la altura anterior con el material debidamente compactado, se colocará una malla de advertencia, continuando con material producto de excavación, siempre y cuando este cumpla con las condiciones de limpieza, composición y consistencia adecuada para alcanzar una compactación similar a la encontrada en sitio; en caso de no ser posible lo anterior se utilizará relleno fluido con una dureza de 20 kg/cm². En cualquiera de los anteriores casos se rellenará hasta alcanzar una altura de 0.15 m antes del nivel de piso terminado (NPT) ya que este último espacio servirá para colocar el pavimento o concreto. Este será del mismo material que se retiró al momento de excavar, con una calidad similar a la encontrada.

El relleno de la zanja se debe realizar con material producto de la excavación o en su caso de algún banco de material autorizado, extrayéndose y eliminándose previamente todo tipo de desperdicios orgánicos e inorgánicos, así como piedras que por su tamaño impidan una adecuada compactación y residuos de pavimentos demolidos.

II.2.5.5 Compactación del relleno

Para la cama de tubería su compactación se debe realizar con su humedad óptima al 85% según norma ASTM D 1556 En relleno de zanja no estructural, debe estar formado por material producto de la excavación compactado al 95% PVSM, por lo que debe considerarse la prueba Proctor modificada

En caso de no usarse relleno fluido el grado de compactación del material empleado debe ser a no menos de 95% prueba Proctor para la última capa y no menos de 90% prueba Proctor para las capas previas. En el caso de pistas y vías de acceso en la parte superior de terreno se debe colocar una capa de afirmado granular compactada al 100% prueba Proctor modificada.

II.2.5.6 Rotura y reconstrucción de pavimentos y banquetas

La rotura de los pavimentos se debe efectuar, en lo posible, adoptando figuras geométricas regulares con ángulos rectos, evitando formar ángulos agudos. Los bordes deben ser lo más perpendicular posible a la superficie del pavimento y los cortes se deben efectuar con sierra diamantada de tipo esmeril angular manual, cortadora de piso motorizada o similar, en una profundidad suficiente para que, al aplicar el martillo rompedor, la línea de rotura del pavimento sea perfectamente recta.

Se debe cuidar que el trabajo de corte no afecte la resistencia del pavimento en buen estado y no utilizar en ningún caso, marros o herramientas similares, con excepción del perfilado de residuos de la rotura dejados por el martillo neumático.

El corte en las banquetas debe efectuarse tomando machuelos completos y siguiendo la línea de las uniones, teniendo especial cuidado de no afectar los paños adyacentes, los que en caso de quedar fracturados o comprometidos estructuralmente, deben eliminarse y reponerse por completo, los residuos provenientes de la rotura de pavimentos o banquetas deben ser retirados de la zona de trabajo el mismo día o antes de proceder a la excavación de la zanja, lo que resulte menor.

II.2.5.7 Señalamiento de tubería

La NOM-003-ASEA-2016 apartado 6.2, establece los siguientes puntos para la señalización del sistema de distribución en tubería enterrada:

6.2.1. Los señalamientos informativos, restrictivos y/o preventivos que se deben instalar en tuberías que operen a una Presión igual o mayor de 689kPa y ubicarse lo más cerca posible, en los casos siguientes: ambos lados del cruce de una carretera, camino público y ferrocarril; ambos lados del cruce aéreo, fluvial y otros cuerpos de agua; e instalaciones superficiales como Válvulas de seccionamiento, trampas de diablo, estaciones de recibo/entrega, Estaciones de regulación, Estaciones de regulación y medición, rectificadores de corriente, estaciones de odorización.

- La distancia mínima entre cada señalamiento es de 1000 m para Clases de localización 1 y 2, 500 m para Clases de localización 3 y 100 m para Clases de localización 4.
- El contenido mínimo de información en el señalamiento debe ser: El señalamiento debe contener alguna de las siguientes palabras: “Advertencia, cuidado, precaución”. Estas palabras deberán tener un alto de 25 por 6 mm de ancho y ser seguido de las frases; “tubería a presión bajo tierra, gas natural”; “no cavar, no golpear, no construir”. (Esta frase puede ir en letras o en símbolo). “En caso de emergencia, llamar a: Teléfono: 800-909-9999 y los señalamientos deberán ir en fondo color amarillo y letras color negro.
- Se colocará cinta de señalización a 0.30 m sobre el lomo superior del tubo alojado en las zanjas, dicha cinta tendrá un ancho de .20 m para todos los tramos de tubería instalada. Estará impresa en su centro la leyenda “Peligro Gas Natural”.

II.2.5.8 Instalación de válvulas de seccionamiento o control

Para el proyecto se colocarán válvulas en la red de tal forma que cumplan con el apartado 6.6.3.1. de la norma, mismo que a la letra dice:

“En los Sistemas de distribución se deben instalar Válvulas de seccionamiento, las cuales deben estar espaciadas de tal manera que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia. Las válvulas se deben localizar en lugares de fácil acceso que permitan su mantenimiento y operación.”

Para cumplir con esto se diseñará el sistema de distribución considerando redes que permitan seccionar áreas definidas, mismas que estarán seccionadas por válvulas, todo esto tratando de respetar, a menos que las condiciones de la zona lo impidan, el siguiente esquema de diseño:

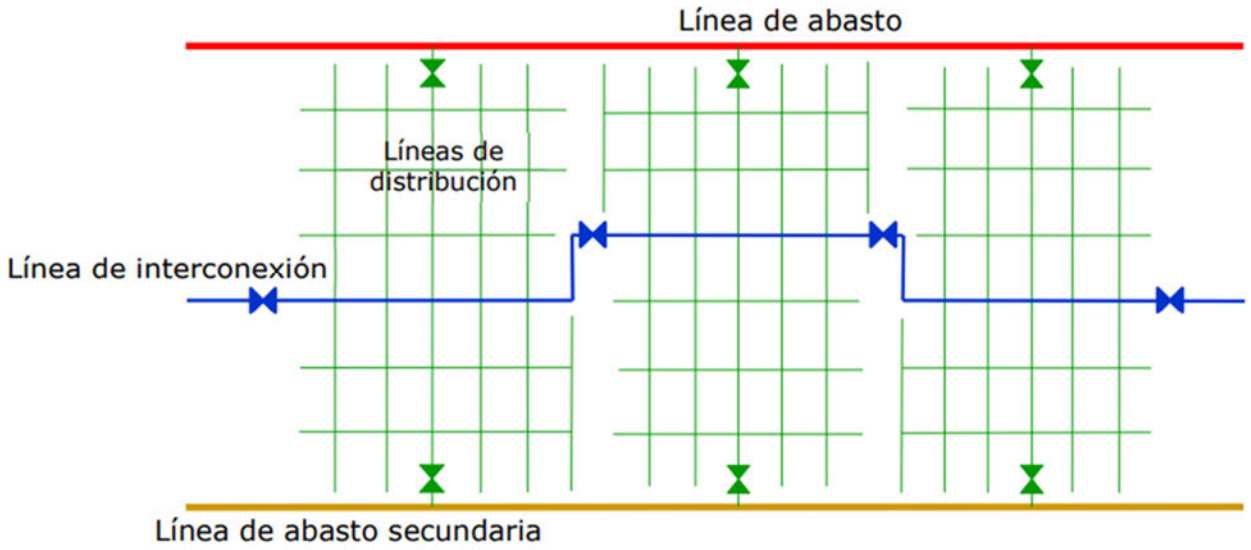


Figura II. 8. Diseño para la instalación de válvulas

La colocación de las válvulas se realizará de preferencia en banqueta o en lugares de fácil acceso de acuerdo con los criterios constructivos de Tractebel, mismos que están basados y enfocados al cumplimiento de la norma. Ver figura siguiente.

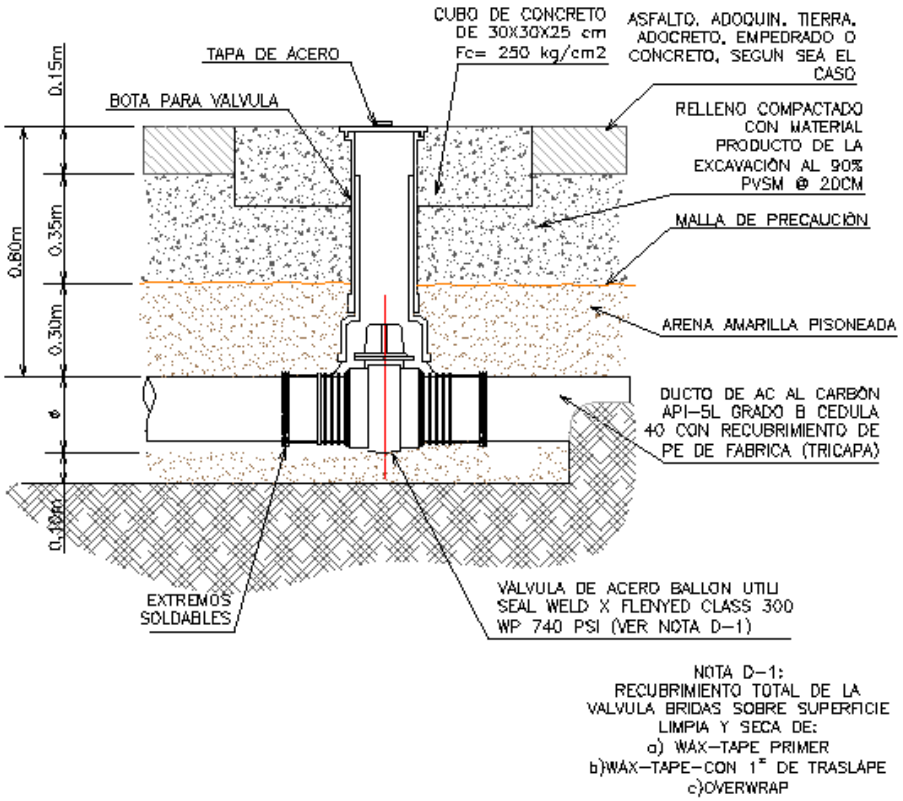


Figura II. 9. Perfil de colocación de válvulas

Nota: Se considerarán solo los diámetros que apliquen al proyecto

II.2.5.9 Protección mecánica y catódica

La protección catódica para este ducto se tomará del preexistente en el actual sistema, realizando un puenteo de corriente. Se procurará que toda nueva tubería cuente con recubrimiento plástico anticorrosivo (tricapa) y de no ser así, se aplicará recubrimiento con cinta poliken. Esta cinta deberá colocarse con las siguientes especificaciones:

- *Limpiar la superficie metálica de suciedad, óxido y/o cualquier otro residuo, hasta dejar el tubo al natural. Esto con SAND-BLAST, acabado metal blanco.*
- *Aplicar de manera uniforme una película de poliken primario 1027, asegurándose que se cubra la superficie en su totalidad.*
- *Enrollar en forma espiral la protección dieléctrica (cinta negra) con un traslape del 50%.*

- *Enrollar en forma de espiral la protección mecánica (cinta blanca) con un traslape del 50%. • Realizar prueba dieléctrica con el hollyday.*
- *• En caso de tener defectos, se deberán reparar realizando una nueva prueba eléctrica a satisfacción de la supervisión de construcción.*

II.2.5.10 II.2.5.11 Pruebas de hermeticidad

De acuerdo con el apartado 6.9.5.1. de la norma, todas las líneas construidas deberán ser sometidas a las pruebas de hermeticidad correspondiente. Las pruebas de la nueva ampliación de red se harán siguiendo el siguiente esquema aplicable, de acuerdo con las normas vigentes NOM-003-ASEA-2016.

II.2.5.11 II.2.5.11.1 Tuberías de acero

Para la prueba de hermeticidad deberá efectuarse con agua a una presión 1.5 veces la Máxima Presión de Operación (MPOP = 21 bar), es decir, 1.5X21 bar, esto es 31.5 bar, durante 24 horas continuas.

Consideraciones

- *• Para efectuar las pruebas de hermeticidad final, se deberá utilizar exclusivamente agua.*
- *• Se prohíbe el uso de oxígeno como elemento de prueba.*
- *• La temperatura del material no deberá superar los 30º C.*
- *• Esta prueba será registrada en el termomanógrafo o un registrador*
- *• La tubería será llevada a una presión igual a 31.5 bar de presión.*
- *• Como mínimo dejar transcurrir 2 horas como periodo de estabilización antes de iniciar el registro.*
- *• La duración de la prueba será de 24 horas controlada con manómetro y termógrafo registrador.*

Generales

Se debe llevar un registro de las pruebas de hermeticidad realizadas, con el objeto de dejar constancia escrita de las mismas. El registro debe ser firmado por el personal responsable de la misma. El registro debe indicar el fluido de prueba, la presión inicial y final de la prueba, la escala de la gráfica cuando se utilice, hora y fecha en que se realizó la prueba, material, el diámetro y la longitud del tramo o Sistema de distribución probado. Anexar al registro el plano o esquema del sistema probado.

La prueba será satisfactoria si la lectura de presión manométrica en la tubería es igual al inicio y final del periodo de prueba. Se deberá considerar que la temperatura pudiera bajar unos grados debido a un registro de baja de temperatura, el cual deberá ser considerado de acuerdo con la gráfica de lectura del termógrafo instalado o los cálculos matemáticos correspondientes.

Cuando la prueba de hermeticidad haya sido satisfactoria, se procederá a despresurizar la red hasta dejar la presión manométrica a 1 bar. En estas condiciones se entregará al departamento de Operación y Mantenimiento para la puesta en servicio. Si la nueva ampliación de red no puede ser puesta en operación inmediatamente después de la prueba, se dejará presurizada con aire a 1 bar, presión que se verificará nuevamente inmediatamente antes de poner en servicio, y no deberá presentar variación. De no ser así se tendrá que definir la causa de la variación de presión, en caso de ser necesario reparar la afectación y realizar nuevamente la prueba.

II.2.5.12 Cruces Especiales

Se definen así a los cruces que se realizan mediante las técnicas de perforación direccional, hincado, adosamiento, cruces de río a cielo abierto y encamisados.

II.2.5.12.1 Cruces con perforación direccional

Cuando no sea posible realizar un cruce a zanja abierta y sea necesario realizar el cruce mediante la ejecución de perforación direccional, este se debe realizar en el subsuelo por debajo de un estrato de material estable, sin afectar el pavimento superficial o las instalaciones ubicadas en la superficie, a una profundidad segura que no afecte la estabilidad del terreno.

El Cruce Subterráneo del Gasoducto con Carreteras y Cuerpos de Agua (Ríos, Arroyos, o Canales) se realizará a una profundidad mayor a 2.00 m a partir del lecho bajo del Río o Arroyo y/o de la zona de rodamiento de la Carretera y hasta el lomo superior del Gasoducto.

El método Constructivo será el de Perforación Direccional con ventana de envío de 2.0 X 2.0m y ventana de recibo de 2.0 X 2.0m, las ventanas se realizarán por medios manuales o mecánicos según considere **ENGIE/ Tractebel**.

Para el caso del Cruce Subterráneo del Gasoducto con Ductos de Pemex o Acueductos se realizará a una separación mayor a 1.00 m a partir del lomo inferior del propio Acueducto y/o Ducto de Pemex y hasta el lomo superior del Gasoducto.

El método constructivo será por Excavación a Cielo Abierto, cuidando en todo momento la estabilidad de los taludes a desarrollar.

Por último, para el Cruce Subterráneo del Gasoducto con Vías de ffcc se realizará con una camisa de protección de acero de diámetro igual al diámetro del gasoducto conductor más 4” y será a una profundidad mayor a 2.00 m a partir del lecho bajo del durmiente y hasta el lomo superior de la Camisa de Protección.

El método Constructivo será el de Perforación Direccional con ventana de envío de 2.0 X 2.0m y ventana de recibo de 2.0 X 2.0m, las ventanas se realizarán por medios manuales o mecánicos según considere **ENGIE/ Tractebel**

Debido a la infraestructura existente a lo largo de los Cruces, la empresa Contratista tendrá que contactar a las empresas involucradas para realizar recorridos de reconocimiento y en su caso calas o detección de las instalaciones subterráneas existentes para su verificación y ubicación, esto con la finalidad de no tener ningún incidente de afectación en el momento de la construcción.

II.2.5.12.2 Cruces adosados a puentes

Cuando sea necesario realizar el cruce adosado a un puente, dependiendo de la importancia del curso de agua o vialidad que se está cruzando, el tramo de gasoducto adosado debe contar con válvulas de seccionamiento antes y después del mismo. Además, deben instalarse juntas monolíticas lo más cercano posible al punto de salida de la tubería al exterior.

II.2.5.13 Preparación del sitio y construcción para Estaciones de Regulación y medición

Se iniciará con la limpieza del predio con la eliminación de residuos, pastos u otros materiales de carácter combustible dentro del predio de la estación, evitando así que cualquier peligro de incendio exterior pudiera propagarse al interior afectando las instalaciones

II.2.5.13.1 Ubicación y distancias mínimas

La ERM se debe instalar en un área adecuada para tal fin, de acuerdo con lo establecido en la NOM-003-ASEA-2016 “Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos”:

a) Ubicarse en lugares ventilados, en ambientes no corrosivos y protegidos contra daños causados por agentes externos (impacto de vehículos u objetos).

b) Instalar a una distancia mayor de 3.00 m de cualquier fuente de ignición, algún material peligroso y de la vertical de alguna línea o subestación eléctricas existente en el lugar. En caso de no poder respetarse la distancia mínima de 3.00 m la estación debe protegerse con adaptaciones particulares; como por ejemplo muros de tabique y/o concreto.

c) Estar alejada de lugares donde el gas pueda migrar al interior de viviendas y/o empresas, a una distancia mínima de un metro al lado de puertas y ventanas.

d) Estar protegida contra el acceso de personas no autorizadas por medio de una caseta de tipo malla ciclónica, gabinete (este es suministrado comúnmente por el fabricante de la ERM a menos que se indique lo contrario) u obra civil (por ejemplo: muro de tabique o block) con ventilación cruzada cuando tengan techo y espacio suficiente para el mantenimiento de la estación.

   Ser accesible desde la vía pública para poder realizar tareas de operación y mantenimiento.

e) Estar aislada eléctricamente (Junta Monolítica o tipo arandela) de las tuberías de entrada y salida, si estas cuentan con protección catódica.

f) Estar protegida con recubrimientos anticorrosivos adecuados al entorno.

En caso de no poder cumplir con estas disposiciones se deben proponer alternativas de solución y/o protecciones adicionales, las cuales deben ser aprobadas previamente antes de la ejecución de los trabajos de la ERM y/o de su colocación. Todo terreno para la instalación de la ERM debe quedar perfectamente nivelado.

II.2.5.13.2 Construcción del recinto para colocación de la ERM

Para la construcción del recinto y colocación de la ERM, se deberá tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Dalas y castillos de f'c = 200 kg/cm² con varillas del número 3 y estribos del número 2 a cada 15 cm, muros a base de tabique.

b) Puertas de acceso a la ERM (ejemplo: puertas a base de ángulo y lámina de calibre No. 18, colocando ventilas en la parte inferior y superior de las puertas. Las ventilas de la parte inferior deben ser para la entrada del aire mientras que las ventilas de la parte superior se deben colocar invertidas con respecto a las de la parte inferior para la salida del aire).

c) Dentro del recinto se debe alojar únicamente la ERM.

d) El interior y exterior del recinto, debe tener un repellado con mortero 1:3 y pintado con pintura vinílica lavable para exteriores color blanco.

e) En el caso de que el recinto del nicho no presente cargas vivas se puede colocar un panel W aplanado con mortero. En caso contrario o en casos especiales se puede colocar losa de concreto colado de manera monolítica con la trabe. Se debe prever un sistema de desagües pluviales mediante canaletas.

las cuales deben terminar en una pileta de patio a nivel de piso. Desde la misma se debe instalar un conducto de desagüe que llevará el agua de lluvia hasta el drenaje.

f) Si el nicho cuenta con iluminación esta debe ser del tipo antiexplosivo, se debe asegurar tener un nivel lumínico uniforme no inferior a 200 lux sobre los puentes de regulación y medición. El sistema debe estar construido para trabajar a 110 V.

g) Los interruptores de la luz se deben ubicar junto a las puertas de acceso. Se deben proveer dentro del recinto como mínimo dos luminarias a prueba de explosión clase 1 división 1 grupo D con focos ahorradores de energía luz fluorescente de 40 W y una luminaria en el exterior sobre el portón de ingreso de iguales características que las internas.

h) Los nichos que se instalen en zonas consideradas como de riesgo sísmico, deben ser construidos según lo establece la respectiva norma nacional en vigencia y el proyecto debe ser avalado por un profesional del área correspondiente.

i) Se debe considerar la instalación de una escalera marina al interior del nicho para un acceso seguro del personal al techo y este pueda realizar labores de mantenimiento, el diseño y construcción de éstas debe ser previamente revisado y aprobado por el área de Construcción y O&M.

j) Siendo el caso de la instalación de Metering Set, este debe ser instalado en un nicho de protección a base de herrería de dimensiones adecuadas, y fijándolo adecuadamente dentro del mismo establecido en cada proyecto y/u órdenes de servicio.

II.2.5.14 Preparación del sitio y construcción para City Gate

El área destinada para estas obras en inicio deberá servir como depósito de materiales, herramientas y equipos que no puedan permanecer a la intemperie, tiene que ser mantenida limpia, ordenada, asimismo contemplar adecuada vigilancia para prevenir incidentes como robo o deterioro de los elementos almacenados. Los materiales y herramientas se tienen que acomodar y ubicar de tal modo que evite su deslizamiento o caída, los equipos como válvulas, accesorios, etc. se deben distribuir en lugares aptos para su manejo y deben incluir al menos un falso piso.

En la distribución debe tenerse en cuenta circulaciones vehiculares y peatonales, y deberán ser establecidas en los sitios de menor riesgo, dichas vías deberán estar perfectamente demarcadas y libres de obstáculos, asimismo, se tiene que indicar en forma inequívoca los caminos de evacuación en caso de peligro, así como todas las salidas normales de emergencia y punto de reunión.

Cada uno de los frentes de obra tiene que considerar como mínimo la siguiente señalización:

a) De identificación de la Obra: Ubica uno o más carteles en los extremos y/o puntos de ingreso a un frente de obra con la información detallada en el Plano Tipo correspondiente. Esta debe contener como mínimo los nombres del DRO y de la contratista, los números telefónicos de la contratista. Estos carteles tienen que mantenerse en buen estado de limpieza y legibilidad en todo momento.

b) De alerta y precaución para el tránsito: Se dispondrá con la suficiente y adecuada antelación carteles que indiquen hombres trabajando, calles cerradas, desvío de tránsito, carriles restringidos, velocidad máxima, etc.

c) De identificación de las zanjas abiertas y de la zona de obras: Toda zanja o pozo abierto debe estar señalizado con conos, caramelos, balizas, o cualquier otro señalamiento de advertencia cumpliendo los siguientes lineamientos

- *Un señalamiento cada 5.00 m cuando en la zona de obras el tráfico sea de baja velocidad (10-15 km/h).*

- *Un señalamiento cada 10.00 m cuando la zona de obras tenga tráfico de media velocidad (10-60 km/h).*
- *Un señalamiento cada 15.00 m cuando la zona de obras tenga tráfico de alta velocidad (más de 60 km/h).*
- *Entre cada señal debe ponerse una malla de delimitación y cinta de advertencia.*
- *Si las obras continúan durante la noche, o las zanjas quedaran abiertas o semi-tapadas o faltara el pavimento y esto pudiera ocasionar algún incidente con peatones o vehículos, se deberá utilizar señalizaciones nocturnas se comprenderán luces antichispa. Por ningún motivo se debe señalizar con elementos inflamables.*
- *En el momento en que se inicia a instalar la señalización, así como en el caso que se realicen maniobras de equipos y/o vehículos, entrando o saliendo de la zona de obras, se deberá prever personal con banderolas de color llamativo alertando estos movimientos al tránsito de la zona.*
- *La zona de trabajo y en especial las zanjas y pozos abiertos, deben estar correctamente señalizadas y cercadas, para evitar el ingreso de personas ajenas a la obra y especialmente para evitar caídas del personal al interior de zanjas y pozos abiertos.*
- *Todas las excavaciones con más de 2.00 m de profundidad deben quedar balizadas por la noche para evitar el riesgo de caídas en ellas.*

d) De identificación de zonas de depósito, carga y descarga y estacionamiento: Es obligación designar las áreas de desechos o escombro de mínimo 2.20 x 1.10 m antes de iniciar los trabajos de rotura de pavimentos y/o excavación. Estas áreas deben estar delimitadas con color blanco y un lugar de fácil acceso (de preferencia en esquinas de la obra). De igual manera se tiene que designar las áreas de carga y descarga de materiales de mínimo 2.20 x 1.10 m y las áreas de estacionamiento en batería.

El City Gate tiene que instalarse en un predio adecuado para tal fin, respetando las distancias mínimas de seguridad de acuerdo con lo establecido en la NOM-007-ASEA-VIGENTE y/o NOM-ASEA-003-VIGENTE o la que la sustituya (según sea el caso).

El City Gate se instalará en sitio que cumplan con las condiciones siguientes:

a) En lugares abiertos en ambiente no corrosivo y protegido contra daños causados por agentes externos, por ejemplo, impactos de vehículos y objetos, derrumbes.

b) A una distancia mayor de 5 m de cualquier fuente de ignición (torres de alta tensión, subestaciones eléctricas).

c) Estar protegido contra el acceso de personas no autorizadas.

d) Espacio suficiente para el mantenimiento de la estación.

e) Estar fuera de las zonas fácilmente inundables o aquéllas en las que pudiera haber acumulamiento de Gases en caso de fuga

f) Ubicarse fuera de derechos de vía de terceros

g) El terreno donde sea ubicado el City Gate no debe estar cruzado por cables aéreos, eléctricos o telefónicos. Las instalaciones de superficie deben distanciarse convenientemente de las líneas eléctricas de alta tensión a fin de que la eventual caída de un conductor o columna no afecte a aquellas.

h) No sobrepasar una distancia de 150 m del punto de interconexión del sistema de transporte a la válvula de salida del City Gate, sin considerar la distancia que corresponda al cruce de servidumbres de paso del sistema de transporte y otros derechos de vía y servidumbre de infraestructura

El predio donde se aloje el City Gate deberá estar bardeado a base de tabique o block con una altura mínima de 2.40 m, con castillos, dalas intermedias y cadenas de cerramientos, aplanados finos en muros interiores y exteriores. Sobre el muro y portón se debe colocar concertina tipo navaja de un diámetro mínimo de 16". Tener puertas que permitan el acceso al personal y al equipo para que se realicen los trabajos de operación, mantenimiento e inspección. Tanto el portón como la puerta deben abrir hacia afuera y contar con orejas para candado tipo phillips No. 14 gancho largo.

Se tiene que realizar en todo el perímetro exterior del terreno una banqueta de 1.00 m de ancho mínimo contando con una guarnición de 15 cm de ancho, compuesta por una losa de concreta resistencia f'c= 150kg/cm² de 0.10 m de espesor y 0.03 m de alisado de cemento, la cual poseerá pendientes del 1% para el escurrimiento pluvial.

Los interruptores de la luz se deben ubicar junto a las puertas de acceso, asimismo se tiene que proveer dentro del recinto las luminarias necesarias aprueba de explosión clase 1 división 1 grupo D con focos ahorradores de energía luz LED y una luminaria en el exterior sobre el portón de ingreso de iguales características que las internas. Las instalaciones deben contar con iluminación eléctrica la cual asegurará un nivel lumínico uniforme no inferior a 200 lux medido en la zona de trabajo a 1.00 m de altura y 15 lux en el resto del predio y cerco perimetral.

Los recintos que se instalen en zonas consideradas como de riesgo sísmico, deben ser construidos según lo establezca la respectiva norma nacional en vigencia y su proyecto serán avalados por un profesional del área correspondiente.

El cuarto de control debe ser a base de tabique o block, con castillos, cadenas y losa de concreto, aplanados finos en muros interiores y exteriores, instalación eléctrica (iluminación y contactos) y puerta o acceso con estructura tipo portón para permitir el acceso adecuado a las instalaciones.

El arreglo mecánico y el sistema de odorización deben estar techados a base de estructura metálica y lamina. Tendrá una altura mínima de 2.50 m o la requerida de acuerdo con las dimensiones de los

elementos mecánicos para su mantenimiento y una pendiente mínima para escurrimiento, orientada en sentido perpendicular a la tubería, salvo indicación de las ETP´s.

Se llevarán a cabo actividades de despalme, zanjeo, preparado y nivelado, donde se construirá la losa de concreto armado sobre la cual se ubicará la obra mecánica, esta debe realizarse sobre una base de suelo – cemento o plantilla. El diseño debe ser determinado en base a los cálculos de la resistividad de la tierra y a las cargas que estarán sometidas en ese punto, el acero de refuerzo será de malla electrosoldada. El concreto debe tener una resistencia f'c= 250 kg/cm² y la terminación con acabado escobillado. Se debe considerar pendientes del 2% para el escurrimiento pluvial y/o del agua correspondiente a los mantenimientos de limpieza, todas las aristas visibles deben ser redondeadas, también colocar juntas de dilatación cada 3.00 m. el acero de refuerzo necesario para soportar las cargas de los elementos.

En las zonas de intersección de la losa con las tuberías de entrada o salida se deberá dejar una abertura con el fin de que la losa no quede en contacto con la tubería. La losa tiene que ser de sección rectangular, debiendo quedar entre la losa y el tubo una separación 0.30 m como mínimo y la profundidad debe ser igual al peralte de la losa más la base y posteriormente rellenada con material suelto (arena o grava o una mezcla de estas). En estos puntos (interfase suelo-aire) las tuberías deben ser protegidas mediante un recubrimiento anticorrosivo cumpliendo con las Especificaciones Técnicas Generales de Gasoductos de Acero y la DIG-ETG-04 "Especificación técnica general para la selección y aplicación de Sistemas Anticorrosivos", el cual debe contemplar la exposición a los rayos ultravioleta y de ser necesario, colocar una protección mecánica al recubrimiento anticorrosivo.

Desde el portón del cerco hasta la losa debe construirse un acceso (rampa) para vehículos de las siguientes características:

- *Sub-base: suelo cal 3% en peso, espesor 0. 20 m*
- *Base: suelo cemento 10% en peso, espesor 0.10 m*
- *Rasante: concreto H25 con malla tipo SIMA de 6 mm de 0.15 x 0.15 m, espesor 0.18 m*

El paquete estructural tiene que realizarse con suelo seleccionado, la compactación de este debe realizase en capas de 0.15 m de espesor hasta alcanzar valores superiores al 95% Proctor, este porcentaje debe cotejarse mediante un ensayo de compactación realizado por un laboratorio acreditado ante EMA.

El resto del predio que no se encuentra ocupado por losas, se debe conformar de la siguiente forma:

- *Colocar 15cm de tepetate o equivalente, combinado con el 2% de cal (peso volumétrico) compactado al 95%.*
- *Colocar una malla geotextil (cuando se indique en las Especificaciones Particulares de Proyecto).*
- *Recubrir con una capa de 0.15 m de espesor de gravilla (tamaño de ½" – 1") o tezontle.*

Cuando el terreno, por las características del suelo que posea, requiera de un estabilizado, debe realizarse un paquete de las siguientes características:

- *Suelo seleccionado o suelo cal, espesor 0. 20 m*
- *Suelo seleccionado, espesor 0.15 m*
- *Suelo vegetal, espesor 0.15*

Para llevar a cabo todas las actividades descritas anteriormente se requerirá del siguiente equipo y maquinaria.

Tabla II. 15. Maquinaria y equipo

Equipo y/o maquinaria	Tiempo aproximado de uso por jornada
Compresor	100 % de la jornada 8 horas al día.
Zanjadora	75 % de la jornada 6 horas al día.
Martillo Hidráulico de retro excavadora	100 % de la jornada 8 horas al día.
Compresor	100 % de la jornada 8 horas al día.
Martillo Demoledor Hidráulico Manual	75 % de la jornada 6 horas al día.
Generador	50 % de la jornada 4 horas al día.
Máquina para soldadura eléctrica	50 % de la jornada 4 horas al día.
Máquina para soldar por termo fusión	50 % de la jornada 4 horas al día.
Máquina de perforación direccional	100 % de la jornada 8 horas al día.

II.2.6 Operación y mantenimiento

II.2.6.1 Apertura y Cierre de líneas y equipos de proceso

Se debe realizar la siguiente secuencia de acciones y los requisitos mínimos obligatorios que deben ser cumplidos para realizar de forma segura la apertura y cierre de líneas y equipos de proceso, con el propósito de prevenir la ocurrencia de incidentes por la liberación inesperada de energía o de materiales y sustancias químicas peligrosas durante la ejecución de estos trabajos.

1. Tomar lecturas para la cuantificación del venteo de hidrocarburo.
2. Verificar el correcto bloqueo de cada una de las fuentes de energía peligrosa que entran y que salen de la línea o equipo de proceso que se pretende abrir; para realizar esta actividad. Debe verificar que los dispositivos de aislamiento (válvulas de bloqueo, TAPs y/o figura.10) se encuentran debidamente posicionados en su opción “fuera de operación” y debe colocar su candado de seguridad y su tarjeta de aviso, aguas arriba y abajo del segmento a intervenir.

3. Colocar barreras de seguridad, se debe estimar el área de riesgo que potencialmente puede verse afectada por la salida inesperada de fluidos al momento de la apertura, el área a delimitar y las características de la barrera de seguridad se deben de acordar en el análisis de seguridad. El personal que requiera mascarillas de equipos de aire de respiración autónomo o mascarillas de respiradores contra gases tóxicos debe mantener la barba afeitada para posibilitar el ajuste y sellado, en la prueba de ajuste y en su uso subsecuente.
4. Abrir la válvula de venteo de forma lenta (10%/30s) para despresurizar la zona intervenir.

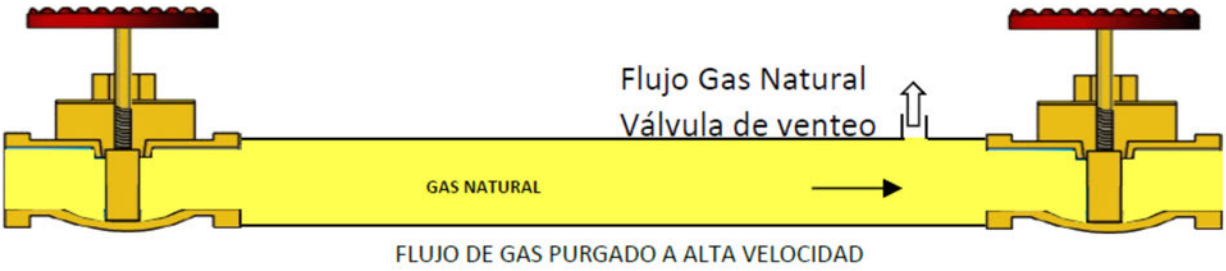


Figura II. 10. Apertura y cierre de líneas

5. Se debe verificar que el manómetro no indica la presencia de presión al interior de la línea o equipo por abrir y debe verificar que no sale producto por las purgas o venteos del mismo. En ausencia de manómetro se instala de manera provisional para el monitoreo de la presión. Si las condiciones de seguridad difieren de las esperadas (ejemplo válvula de purga atorada, válvulas de bloqueo que se pasan, tubería que no puede ser drenada) la actividad de apertura debe ser suspendida reevaluando la situación.
6. Considerar el uso de bridas ciegas o figuras “8” para controlar la hermeticidad de las válvulas que se operen para el bloqueo y despresurización de tramos.
7. Cuando la apertura de líneas o equipos que por sus características físicoquímicas puedan contener sedimentos de materiales pirofóricos, el personal ejecutor debe tener presente la posibilidad de que dichos sedimentos se incendien al contacto con el aire; en estos casos, se recomienda mantener húmedos los sedimentos y al personal ejecutor (con una niebla de agua)
8. Se considera apertura de línea al iniciar por aflojar los espárragos más alejados respecto de su ubicación y posición. Desde el inicio hasta el término de la actividad debe portar su equipo de protección personal específico, ubicarse a favor del viento, a la mayor distancia posible y posicionarse de manera que en caso de salida de producto no sea impactado por éste.
9. Manejo y drenado de sustancias químicas y materiales peligrosos.
    - Durante el drenado de sustancias químicas y materiales peligrosas en la apertura y cierre de líneas y equipos, se debe contar con recipientes de capacidad suficiente para contener el producto que pueda salir.

- El personal debe utilizar la Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias (HDSS) respectiva para el tratamiento de la sustancia.
- Las sustancias químicas peligrosas recolectadas durante las actividades de apertura y cierre de líneas y equipos se deberán manejar como residuos peligrosos de acuerdo a sus características CRETIB (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Bilógico Infeccioso).

10. Una vez intervenido el equipo o segmento de tubería, al unir los elementos desacoplados se debe colocar un nuevo empaque de la especificación establecida en la información de diseño actualizada de la línea y/o equipo. Se deben limpiar las caras realzadas de las bridas y colocar espárragos que cumplan las especificaciones establecidas en la información de diseño.

11. El apriete de espárragos se debe realizar con la herramienta hidráulica o neumática apropiada al torque recomendado para sus dimensiones, conforme al código ASME PCC-1-2010. Como se muestra en la siguiente figura.

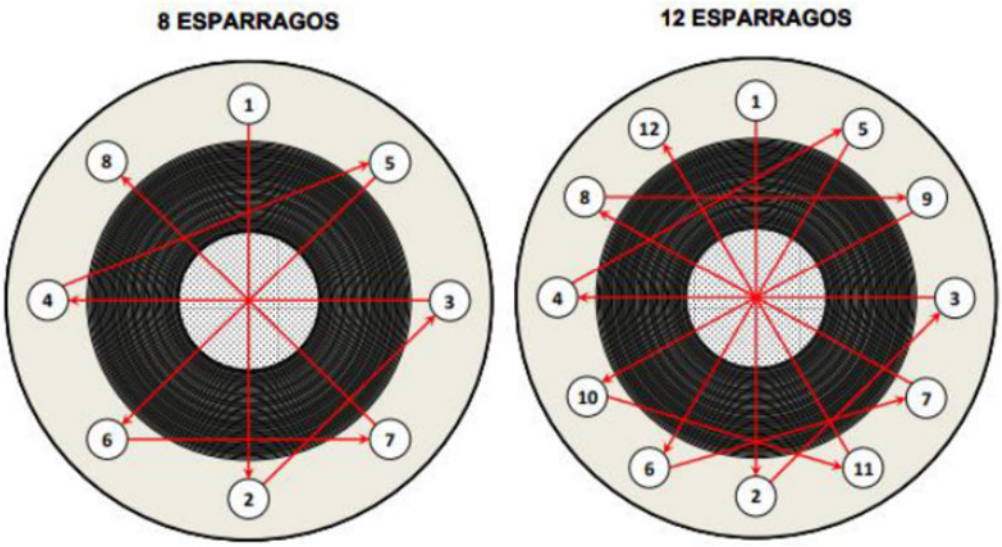


Figura II. 11. Apriete de espárragos

12. Se realizará el purgado del aire e inertizado mediante el uso de cualquiera de las dos técnicas

a) La técnica de desplazamiento directo que como su nombre lo indica, se basa en la sustitución directa y rápida del aire por Nitrógeno, detener hasta que se logre un registro del 3% del volumen de oxigeno



Figura II. 12. Purgado de tuberías por el método de desplazamiento directo

b) La técnica de dilución, el cual se basa en la inyección de gas a las tuberías o equipos a purgar, presurizando el sistema y formando mezclas. Una vez que el sistema se encuentre presurizando la inyección de gas se detiene y se mantiene abierto el venteo permitiendo el desalojo del aire y de la mezcla en este caso aire-nitrógeno. La corriente de venteo es monitoreada constantemente, verificando la concentración de fluido, repitiendo la operación hasta obtener el registro de 3% volumen de oxígeno.

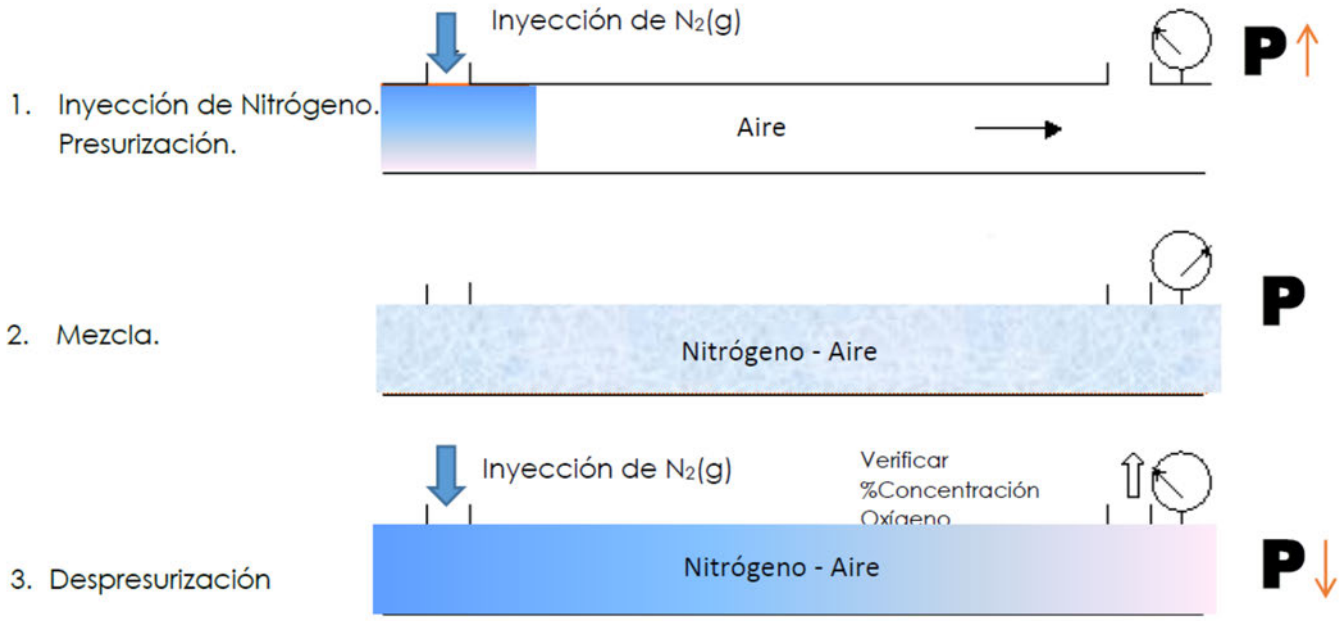


Figura II. 13. Purgado de tuberías por el método de purgado por dilución

13. Verificar en cada unión bridada que no existan fugas, de lo contrario despresurizar y hasta no haber eliminado la fuga continuar con el proceso.

14. Se procede a la habilitación del ramal del sistema de filtración, regulación, medición o tramos rectos de tubería intervenido. El personal de mantenimiento debe retirar los candados y tarjetas personalizadas colocados en los puntos de bloqueo.

15. Se ejecuta una primera apertura de la válvula de bloqueo permitiendo el ingreso de gas natural al tramo intervenido arrastrando el empaque de nitrógeno hacia el punto de venteo cuando el registro LEL sea de 100% se cerrará la válvula de venteo.

16. Previo al arranque de la línea y/o equipo el personal técnico deberá realizar una revisión física del área, venteos y purgas cerrado, válvulas bloqueadas y/o abiertas según corresponda.

II.2.6.2 Programa de mantenimiento gasoductos

Cada Regional perteneciente a ENGIE México establece un Programa de Mantenimiento Anual, mismo que es revisado y autorizado por el Gerente de O&M o Gerente Técnico, que incluye los mantenimientos preventivos a las instalaciones del Sistema de Distribución, en este apartado se describe lo concerniente a gasoductos. El Programa de Mantenimiento Anual contempla los siguientes planes de trabajo:

Tabla II. 16. Programa de mantenimiento de ductos

Plan de Trabajo	Frecuencia
Gasoductos	
Patrullaje o Celaje de Ductos	Mensual
Detección Sistemática de Fugas	Anual
Mantenimiento, Limpieza y Pintura de Válvulas y Registros	Semestral
Plan de Prevención de Daños	Permanente
Control de Señalización	Semestral
Reclasificación de Clase de Trazado de Gasoductos en Servicio.	Anual

II.2.6.3 Frecuencia de patrullaje

La frecuencia de los patrullajes de la Red Principal y de la Red de Media Presión está determinada por la severidad de las condiciones que pudieran causar fallas o fugas y un peligro potencial para la seguridad pública. Teniendo en cuenta estos factores, ENGIE MÉXICO adopta en principio el siguiente criterio: la totalidad de las líneas se patrullan.

- *En vehículo, una vez por mes;*
- *A pie, una vez por año (junto con la Detección Sistemática de Fugas)*

El programa de patrullaje se lleva a cabo conjuntamente con otros tipos de inspecciones programadas tales como:

- *Detección Sistemática de Fugas.*
- *Monitoreo de Protección Catódica.*
- *Patrullaje de Válvulas.*

Previo al inicio del recorrido: El Jefe de Ductos o Jefe de O&M entregará al Técnico que realizará las funciones de patrullaje, copias de la Orden de Trabajo correspondientes, con la documentación indicada en la misma: planos de las líneas a patrullar y el listado con el recorrido programado donde se detallan los puntos claves a inspeccionar (cruces de calles y vías férreas, pasos aéreos, instalaciones, señales, cambios de trazado, válvulas de bloqueo, etc.) y copia en blanco de los siguientes formatos:

- *Formato DISTRIBUCIÓN-MAN-PR-01-FO01 "Patrullaje de Gasoductos".*

El Técnico que realiza las funciones de patrullaje esta alerta en la detección de anomalías tales como: • Hundimiento, derrumbe y erosión de zanjas.

- *Instalaciones dañadas o vulnerables a daños.*

II.2.6.4 Detección Sistemática de fugas

El Técnico de Detección de Fuga debe inspeccionar tanto la tubería principal como los ramales hasta llegar a los registros de válvulas de servicio ubicadas sobre el límite de propiedad de cada cliente, donde se realizará un muestreo de la atmósfera interna empleando el equipo de indicador de gas combustible (IGC).

El Técnico de Detección de Fuga podrá realizar su recorrido y donde sea posible con el vehículo equipado con el IGC del tipo OMD a una velocidad máxima de 20 km/hr o a pie a un ritmo lo suficientemente lento (≤ 1,5 km /h) teniendo en cuenta la velocidad de respuesta del equipo, como para permitirle que le indique la presencia de una atmósfera aire - gas. En su recorrido, está alerta con respecto a las condiciones del sistema de distribución y servicios en general, para informar sobre toda condición que afecte la segura operación del sistema. Mientras camina, el Técnico de Detección de Fuga verifica además la presencia de gas en las fuentes de venteo cercanas a la tubería principal o servicio, como ser:

- *En grietas del pavimento y aceras;*
- *En registros o accesos a sistemas de gas, electricidad, teléfonos, agua y desagües.*
- *En indicaciones de vegetación marchita o que se está marchitando;*
- *En otros lugares que ofrezcan la oportunidad de hallar gas venteando.*
- *En cada válvula enterrada y/o derivaciones con accesorios.*

II.2.6.5 Mantenimiento

Durante el recorrido mensual, el Técnico que realiza las funciones de patrullaje sólo se limita a verificar la ubicación, correcta visibilidad de las señales y la existencia de cualquier anomalía.

Durante el recorrido anual de inspección, el Técnico que realiza las funciones de patrullaje verifica el estado de cada una de las señales indicadas en la Orden de Trabajo, controlando el estado de la pintura.

De ser necesario trabajos de mantenimiento detectados en el recorrido anual, el Técnico que realiza las funciones de patrullaje lo dejará asentado en la Orden de Trabajo, para luego actualizar la base de datos del sector. En la Orden de Trabajo, indicará el código de falla correspondiente.

Para aquella señalización que requiera reparación y mantenimiento, el plazo máximo para su acondicionamiento no superará los 6 meses.

En los recorridos de patrullaje o de detección sistemática de fugas, podrán identificarse puntos donde las condiciones externas hagan necesaria y conveniente la instalación de nueva señalización o de señalización adicional. Esto se registrará como un código de falla y deberá ser implementado con la celeridad que determine el caso.

A continuación, se detallan en lo general las precauciones a tomar para la ejecución de los trabajos de mantenimiento en estaciones de regulación y medición de presión. Para más detalle referenciarse al Instructivo “Trabajos en Espacios Confinados”, vigente.

- *Debe alejarse del área toda fuente posible de ignición tales como cigarrillos, sopletes, motores encendidos, etc., excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo.*
- *El Técnico se asegura de la disponibilidad y cantidad de equipos extintores adecuados para el trabajo y lugar.*
- *Dentro de los registros o recintos deben utilizarse linternas, lámparas portátiles y/o extensiones del tipo intrínsecamente seguro, y las conexiones o desconexiones se deben realizar siempre fuera del área de seguridad.*

II.2.6.6 Mantenimiento, Limpieza y Localización de Válvulas.

Previo al inicio de la inspección o mantenimiento

El jefe de Ductos de O&M entregará al Técnico copia de la Orden de Trabajo correspondiente, con la documentación indicada en la misma: planos y listado de las válvulas a inspeccionar y copia en blanco de los formularios o formatos que correspondan.

El jefe de Ductos/jefe de O&M verificará que el técnico disponga de todos los elementos requeridos, herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento, y que estos se encuentran en condiciones de ser utilizados. En particular, se verificará en algunos días de forma aleatoria

que el Indicador de Gas Combustible (IGC) funcione correctamente de acuerdo con el procedimiento específico descrito en el manual de operación/instrucciones provisto por el fabricante.

Se deberá verificar que el técnico cuenta con lentes, casco, ropa de algodón, botas con punta de poliamida (dieléctricos), tapones auditivos, mascarillas y guantes y todo el equipo de protección personal necesario para sus actividades.

En el caso de requerir un mantenimiento para localizar, reubicar, reparación para eliminar fuga o realizar cualquier otro trabajo que requiera excavación y mayor presencia de personal de ser necesario, se deberá coordinar previamente con el personal de la empresa contratista que brinde el apoyo en personal, herramientas y equipos para poder realizar los trabajos.

Además, se deberá verificar que se cuenta con todos los materiales y/o repuestos que deben ser cambiados o que por las propias tareas de mantenimiento puede ser necesario su reemplazo. De aquellos para los cuales corresponda, se deberá disponer de sus certificados de calidad.

Al tener todas las válvulas dentro de las llamadas “chimeneas”, “botas”, extensiones plásticas, no tenemos

Riesgo de trabajar en espacio confinados, en caso contrario deberán ser marcados y registrados en el listado de control que tiene cada regional sobre cada punto y seguir las indicaciones en el Instructivo TECNICA-M-PR-01-IN02* “Trabajos en Espacios confinados subterráneos”.

Tareas del Inspector o Técnico

Previo al inicio de la inspección o mantenimiento

El Inspector o Técnico tendrá que contar con la Orden de Trabajo correspondiente, con la documentación indicada en la misma: planos y listado de las válvulas a inspeccionar y copia en blanco de los siguientes formatos:

Formato “Mantenimiento de Válvulas de Acero, para registrar el trabajo realizado.

Se verificará que cuente con todo su EPP necesario para la actividad, así como con todos los materiales y/o repuestos que deben ser cambiados o que por las propias tareas de mantenimiento puede ser necesario su reemplazo. De aquellos a cuáles corresponda, de deberá disponer de sus certificados de calidad.

Además, se debe verificar que se cuenta con todos los materiales y/o repuestos que deben ser cambiados o que por las propias tareas de mantenimiento puede ser necesario su reemplazo. De aquellos para los cuales corresponda, se deberá disponer de sus certificados de calidad.

En campo

En el exterior del registro/bota de válvula:

- *Verificación de la tapa de acceso y cerradura (donde aplique).*
- *Verificación de los elementos de protección (donde aplique).*

- *Verificar con el IGC que no exista presencia de metano, en caso contrario deberá notificar a su jefe*

Inmediato para programar la reparación dependiendo de la concentración registrada.

- *Registro de toda modificación o cambio respecto al plano de ubicación original. Preferentemente ubicar con coordenadas geográficas para una mejor localización a futuro.*
- *Los inspectores llevarán junto a la orden de trabajo el formato.*
- *Verificará el estado del acceso plástico, siempre deberá ser aspirado.*
- *La válvula deberá ser operada 1/8 de vuelta y regresada a su posición original,*
- *DISTRIBUCIÓN-MAN-PR-02-FO01 "Mantenimiento de válvulas de acero".*

Los trabajos de mantenimiento anual de válvulas de emergencia podrán ser realizados en conjunto con el programa de detección sistemática de fugas de la línea o bien de manera independiente y los mismos consistirá en:

En el interior del registro de válvula:

- *Prueba de cierre de las válvulas.*
- *Verificar no tener presencia de metano con IGC.*

En el exterior del registro de válvula:

- *Verificación de la tapa de acceso y cerradura.*
- *Verificación de los elementos de protección.*
- *Registro de toda modificación o cambio respecto al plano de ubicación original.*

II.2.6.7 Mantenimiento de Estaciones de Regulación y Medición

El programa de mantenimiento a ejecutar de los distintos subsistemas que comprende una ERM se desarrolla con un protocolo de verificación e inspección divido en cuatro planes de mantenimiento acorde a su frecuencia para corroborar los valores óptimos de operación, estado de las instalaciones y equipos los cuales deben encontrarse en los rangos óptimos de operación, si no fuese el escenario permite determinar las posibles causas de una desviación, los pasos para evitar las desviaciones y tomar las acciones correctivas para mitigarlas.

Los planes de Mantenimiento acorde su frecuencia y el código del formato a ser llenado es el siguiente que avale se ha completado las tareas descritas en este procedimiento:

Tabla II. 17. Programa de mantenimiento para ERM

Frecuencia Planes Mantenimiento	Clave
Plan de Mantenimiento Mensual	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO01
Plan de Mantenimiento Trimestral	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO02
Plan de Mantenimiento Semestral	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO03
Plan de Mantenimiento Anual	DIG-MAN-ERM-PR-01-FO04

Este esquema de inspecciones y mantenimiento manejado por la compañía de distribución es desarrollado para atender las normas de seguridad exigidas en el sistema de gestión integrado de Salud Ocupacional y Medio Ambiente de ENGIE, del título de permiso de Distribución de Gas Natural, la normativa aplicable tanto nacional como extranjera y a las mejores prácticas de la industria en cumplimiento con la adecuada medición de la cantidad y calidad de gas natural, conforme se establezca en las disposiciones aplicables.

II.2.6.7.1 Tareas previas a la Inspección o Ejecución del Mantenimiento.

El jefe de Operación y Mantenimiento conforma la cuadrilla de trabajo; el personal asignado a los trabajos compuesto al menos por dos técnicos de alta presión y en algunos casos particulares con el apoyo de un contratista externo para la ejecución de determinados trabajos.

El jefe de Operación y Mantenimiento entrega al Técnico de alta presión la orden de trabajo junto con la copia en blanco de los formatos que correspondan

El jefe de Operación y Mantenimiento debe de asegurarse que se hayan identificado los peligros y evaluación de riesgos asociados con las actividades a emprender acorde al formato SEGURIDAD-PR-02-FO01 y estos a su vez a la cuadrilla de trabajo a ejecutar las actividades se les haya comunicado las medidas de control implementadas para su mitigación o disminución del riesgo apoyándose del supervisor HSSE para los contratistas y/o proveedores.

El jefe de Operación y Mantenimiento notifica de los espacios confinados y su clasificación que el técnico de alta presión entrará si es el caso para completar su labor este deberá estar descrito en el análisis de riesgo. Designando a un responsable de los trabajos en espacios confinados y al menos, un vigía.

El Técnico de Alta Presión verifica el vehículo para ser utilizado en su traslado cuente con gasolina suficiente y este guarde las condiciones mecánicas pertinentes (revisión nivel de aceite, frenos, anticongelante y líquidos para frenos), y empleara técnicas de manejo a la defensiva en la conducción del vehículo.

El Técnico de Alta Presión revisa de tener todos los elementos para ejecutar las tareas encomendadas: herramientas, equipo patrón y refacciones necesarias para conducir la verificación y/o mantenimiento de los instrumentos y equipos.

El Técnico de Alta Presión revisa IGC acorde el numeral 5.3.8 del apartado de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de este procedimiento.

El Técnico de Alta Presión se coordina previamente con el personal contratista que brinde el apoyo en personal, herramientas y equipos para poder realizar los trabajos cuando la actividad lo amerite.

El jefe de Operación y Mantenimiento y el Técnico de Alta Presión se asegura, antes de comenzar los trabajos, que todos los permisos de trabajo han sido firmados y los análisis de riesgo correspondientes se llevaron a cabo y han sido entendidos por todos los involucrados en una "reunión de inicio de jornada".

Al arribó de la Estación de Regulación y Medición

El Técnico de Alta Presión debe ingresar al predio caminando para tomar una lectura con el IGC y este deberá ser un valor inferior del 100% LEL que en su caso es del 4.5 % de gas natural en concentración con respecto al aire, se continuará realizando el monitoreo de gases continuo en el área de trabajo y circundante. El monitoreo debe no ser mayor del 60% para ingresar a la instalación. De lo contrario se cancela la actividad y da aviso al jefe de Operación y Mantenimiento adicionalmente al C.O.P.S. para detonar plan de respuesta a emergencia.

El Técnico de Alta Presión podrá ingresar el vehículo al predio de la ERM sólo si le ha colocado matachispas (arresta llamas) en el escape de gases. Los vehículos se quedan con el motor apagado mientras se realizan trabajos y se ubican en los lugares permitidos, estacionados de frente a la salida.

El Técnico de Alta Presión en caso de requerir iluminación dentro del predio de la Estación de Regulación y Medición empleara linternas, lámparas portátiles de tipo maxilite y/o extensiones del típico intrínsecamente seguro y las conexiones o desconexiones se realizan siempre fuera del área de seguridad. De lo contrario se cancela la actividad y da aviso al jefe de Operación y Mantenimiento.

El Técnico de Alta Presión colocara e instalara escaleras o plataformas aptas para trabajos a realizarse a una altura inferior de 1.8 metros cuando la actividad lo amerite, si es necesario trabajar en una altura mayor habrá de realizarse un análisis de riesgo que contemple trabajo en altura para la locación en particular comunicándolo al jefe de Operación y Mantenimiento.

El Técnico de Alta Presión debe disponer de un plan de trabajo específico para realizar trabajos en espacios confinados, en el escenario qué el jefe de Operación y Mantenimiento lo haya indicado y categorizado el mismo. En todo momento seguir el procedimiento crítico "Trabajo en espacios confinados subterráneos" (versión vigente).

El Técnico de Alta Presión de identificar si va a realizar un mantenimiento mayor sobre los ramales/subsistemas de filtración, regulación, medición o cualquier segmento de tubería que se encuentre bajo presión se deberá apegar al anexo A "Apertura y Cierre de líneas y equipos de proceso" del presente procedimiento y tomar las lecturas para la cuantificación del "venteo de hidrocarburo" indicados en el instructivo del Anexo B del presente procedimiento.

Ejecución del Programa de mantenimiento

Una vez tomadas las medidas de seguridad correspondiente y de haber realizado todos los controles previos al ingreso de la ERM, se comienza con la inspección y controles en los distintos subsistemas y componentes de la ERM. Los cuales incluyen las tareas que se detallan a continuación y quedan registradas por el Técnico en alta presión en el formato indicado "Frecuencia de Planes de mantenimiento", acorde el plan de mantenimiento a ejecutar a los siguientes rubros:

- *Instalación Física*
- *Sistema de filtración*
- *Sistema de regulación*
- *Sistema de medición (elementos primarios)*
- *Sistema de medición (elementos secundarios)*
- *Sistema de medición (elementos terciarios)*
- *Sistema de seguridad PSV*

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Instalación Física	**1. Registrar el estado general de la ERM:** i. Anotar si se observan signos de vandalismo ii. Indicar el Estado de la cerradura iii. Indicar el Estado de la concertina/caseta iv. Indicar el correcto estado de tierras físicas acorde al diseño de la instalación v. Indicar si cuenta con electricidad la estación en caso de requerir vi. Indicar si posee extintor cargado y vigente vii. Indicar si tiene indicios de corrosión algún spool de tubería o soportería. **2. Revisar carteles de advertencia acorde la NOM-018-STPS-2015, deberá indicar:** i. Nombre se la sustancia química peligrosa (Gas Natural mezcla) ii. La palabra "peligro" iii. Los pictogramas acorde al dimensionamiento señalado en la presente norma:  **adicionalmente en el tanque/cilindro a presión**:  **(Gases a presión)** iv. Los códigos de identificación de peligros "H". Deberán completarse su revisión con la HDS en mano que proporcione el área de salud, seguridad y medio ambiente en recipientes H220 - Gas extremadamente inflamable – Categoría 1 H280 - Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta (los contenidos en cilindros)		

Instalación Física

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL

3. Realizar una inspección visual de las señales de seguridad e higiene de la estación:

i. Revisar el uso símbolos y letras equipo protección personal pueden ser los mostrados en la Guía "I" de la NOM-018-STPS-2015 (recomendación) pero habrá de respetar el numeral 8.2 NOM-026-STPS-2008:
   *La utilización de la forma geométrica acorde su significado:
   *La dimensión del cartel como mínimo debe ser 125 cm^2, si es necesario una distancia máxima de observación que supere los 5 m aplicar la fórmula del numeral 8.2
ii. Registrar el uso del color amarillo para la identificación de tuberías que conducen gas natural, como criterio de identificación de riesgo de fluido peligroso debe respetar:
   *La tubería debe estar pintada todo lo largo y cubrir toda la circunferencia, o;
   *Pintar la tubería con bandas de identificación debiendo cubrir toda la circunferencia de la tubería, incrementándolas en proporción al diámetro exterior
   *Uso de una flecha que indica la dirección del fluido (cada 10 m y cercanía de válvulas)

4. Ejecución de los trabajos

i. Inspección de fugas, Aplicación de agua jabonosa o de otras soluciones tensoactivas que formen espuma, para detectar una fuga en una instalación de gas expuesta.
   *Si se detecta una fuga que no puede ser eliminada de forma inmediata el técnico deberá realizar un reporte con su ubicación de la brida y/o equipo que presenta fuga
ii. Limpieza de la estación y techumbre empleando una hidrolavadora (retiro de basura)
iii. Engrasar la cerradura

NOTA: De detectar una desviación en la instalación Física de los rubros citados se deberá anotar en el recuadro de observaciones y se deberá genera un plan de acción para su corrección por el Jefe de Operación y Mantenimiento.

Sistema Filtración

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL

1. Registro de lecturas de indicadores y toma de acción (transmisor de Presión diferencial y nivel)

i. Registrar y comparar la lectura indicada de Presión diferencial si es >15 psi
ii. Registrar el nivel de contenido de líquidos y responder si su nivel supera el 70%
iii. Cualesquiera de la respuesta afirmativa de pasos i y ii Es necesario reemplazar los elementos filtrantes y/o drenar, acorde el anexo A del presente procedimiento y **DIG-MAN-ERM-PR-01-IN01 INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO A SISTEMAS DE FILTRADO**

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Sistema Regulación	**1. Registrar el posicionamiento y medir las lecturas de presión de entrada y salida de las válvulas de control de presión y de tomas de presión en líneas de control.** i. Validar y controlar su correcta posición acorde su función; normalmente abierta o normalmente cerrada. **2. Limpieza externa de la válvula y revisión de la integridad de las acometidas eléctricas y señales de control neumáticas.** **3. Inspección de fugas**	**1 Verificar que la diferencia porcentual entre los "set point" de las válvulas activo y monitor tengan una diferencia cuando mínimo de 1 Kg/cm² bajo ninguna circunstancia será mayor el set a la PMO que comprometa la recepción del gas al cliente (NOM-03-ASEA-2016)**	**1. Reemplazar los elementos filtrantes en líneas de control** **2. Limpie e Inspeccione la jaula donde resguarda la manga de goma de la caja aguas arriba y aguas abajo. En válvulas de tipo axial** i.Reemplazar si está dañado 2. **Si se determina que el funcionamiento de las válvulas reguladoras no es aceptable para un funcionamiento normal de la estación se realiza su inspección de internos y remplazo de diafragmas, mangas y empaques de sellos si es necesario acorde a su modelo**
Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo con instructivo: DIG-MAN-ERM-01-IN03 **MANTENIMIENTO REGULADORES DE PRESIÓN**			

Elementos Primarios

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Sistema Medición	**1. Inspección de Fugas** **2. Revisión física y hermeticidad de las válvulas de bloqueo de entrada y salida del brazo de medición y/o by pass.** **3. Revisión de los elementos primarios:** i. Detectar humedad o líquido presente en el Index ii. Estado físico (golpes, oxidación, humedad) iii. Emisión de algún sonido inusual en los internos iv. Revisión y limpieza del medidor de tecnología "placa de orificio" v. Lubricación del medidor de tecnología "turbina" y de "desplazamiento positivo"	**1 Revisión y limpieza del medidor:** i. Spin test del medidor de tecnología "turbina" ii. Descarga de Diagnósticos del medidor tecnología "ultrasónico" y validar su correcto funcionamiento iii. Comparación de la velocidad del sonido (SOS) teórica y la medida del medidor tecnología "ultrasónico"	**1.Se deberá indicar si se ejecutó acorde el plan de mantenimiento del año en curso las actividades que a su programación se deben desarrollar trianual:** i. Verificación del tramo de medición (dimensional) ii. Calibración del medidor de tecnología "turbina" y de "desplazamiento positivo" por un laboratorio acreditado **NOTA:** Para los medidores Ultrasónicos la calibración y ajuste del medidor por un laboratorio acreditado será quinquenal
Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo: DIG-MAN-ERM-PR-01-IN04 **MANTENIMIENTO MEDIDORES DE FLUJO**			

Elementos Secundarios

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
Sistema Medición	**1. Verificación, Ajuste y Mantenimiento Cromatógrafo** i. Limpieza general del equipo ii. Limpieza del sistema de acondicionamiento de muestra iii. Revisar se encuentre en su operación normal iv. Revisar la presión de la toma de muestra (probeta) y cilindros del gas patrón y de arrastre. v. Verificar si la calibración programada se ejecuta con frecuencia a diario **2. Verificación, Ajuste y Mantenimiento analizador H_2S:** i. Verificación, Ajuste y Mantenimiento (con gas patrón) ii. Inspección de remplazo de cinta de acetato de plomo y nivel de líquido de ácido acético. iii. Revisión de su estado de operación del equipo **3. Verificación, Ajuste y Mantenimiento analizador Humedad:** i. Verificación de los filtros de líquidos y sólidos **4. Revisión del acondicionamiento de muestra** i. Verificación de los filtros de entrada de líquidos y sólidos ii. Verificar el correcto set del Regulador de Presión iii. Verificar el correcto valor del Rotámetro iv. Barrido de líneas de muestra con nitrógeno o helio		**2. Verificación del sensor de humedad (reporte de verificación)** **3. Ejecución de mantenimiento mayor cromatógrafo:** i. Respaldo de archivos ii. Verificación de estado de funcionamiento del horno, válvulas, CPU, tarjetas I/O, fuente de alimentación. iii. Inspección de pérdidas de helio, gas patrón, gas de línea. Corrección de fugas. iv. Limpieza de válvulas cromatografías y cambio de diafragmas de las válvulas. v. Ajuste de detectores vi. Cambio de filtros de solidos vii. Cambio de membrana para retención de líquidos **4. Mantenimiento a la probeta y sistema de acondicionamiento de muestra**
	Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a los instructivos: DIG-MAN-ERM-PR-01-IN05 **MANTENIMIENTO CROMATÓGRAFO** DIG-MAN-ERM-PR-01-IN06 **MANTENIMIENTO ANALIZADOR DE HUMEDAD** DIG-MAN-ERM-PR-01-IN07 **MANTENIMIENTO ANALIZADOR DE ÁCIDO SULFHÍDRICO**		

	TRIMESTRAL
Sistema Medición	**1.Verificación, Ajuste y Mantenimiento transmisores/transductores de Presión y Temperatura** Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo DIG-MAN-ERM-PR-01-IN08 **MANTENIMIENTO INSTRUMENTACIÓN ASOCIADA A LA MEDICIÓN**

Elementos Terciarios

	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
CEF	**1. Mantenimiento del corrector electrónico de flujo "CEF" ejecución y registro acorde lo indicado en el procedimiento Mantenimiento SCADA y Comunicaciones DIG-MAN-SCADA-PR-01**		

Sistemas de Seguridad PSV

	SEMESTRAL	ANUAL
PSV	**1. Inspección visual y el mantenimiento preventivo de la válvula de relevo de presión** i. Limpiar e Inspeccionar visualmente la válvula ii. Revisar la línea de desfogue (sin obstrucciones) iii. Asegurarse el sello de plomo de la tapa este intacto	**1.Indicar si se realizó la ejecución de las pruebas a los dispositivos de relevo de presión mediante un banco de calibración calibrado.** i. Realizar la prueba PRE-POP (as found) ii. Prueba neumática de la presión de ajuste iii. Prueba de hermeticidad
Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo DIG-MAN-ERM-PR-01-IN09 **MANTENIMIENTO PSV**		

Todos los programas de mantenimiento se incluyen en el **Anexo 2.6** de la MIA-R.

II.2.7 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Con el mantenimiento adecuado y la aplicación de las medidas de mitigación y control, se espera que, al término de los **30 años** de la etapa netamente operativa, se valore la continuidad y se determine prolongar la vida útil de las instalaciones. No obstante, en el remoto caso de que se determine finalizar la vida útil, se considerará lo siguiente:

a) Las actividades de rehabilitación o restitución del sitio.

El mantenimiento adecuado y la aplicación de las medidas de mitigación, preventivas y de control se evite el tener que hacer remediaciones, sin embargo, en el caso en que se presentara se seguirán los lineamientos marcados en la Ley para este tipo de eventos o cuando se llegue a la vida útil del proyecto.

En caso de que se requiera el abandono del sitio, se desmantelarán las instalaciones, tales como Estaciones de Medición y Regulación, válvulas, etc., evitando así que estos sitios se conviertan en asentamientos irregulares permanentes.

El ducto será purgado y neutralizado con gas inerte.

Los materiales que no cumplan con los requisitos de reutilización serán depositados en un relleno sanitario autorizado. Los residuos peligrosos deberán manejarse y almacenarse de acuerdo con lo estipulado en la Ley y Reglamento correspondiente, al terminar la etapa productiva de la planta.

Posibles cambios en toda el área del proyecto como consecuencia del abandono.

No existirán cambios ya que es vía pública y seguirá utilizándose como vialidad.

c) Los posibles usos que pueden darse al área.

La mayor parte del área a utilizar será el derecho de vía de las vialidades las cuales mantendrán el mismo uso.

d) Medidas compensatorias y de restitución del sitio.

No se contemplan ya que no se pretende generar impactos residuales.

e) Los procedimientos que se utilizarán para verificar que el sitio o la infraestructura desmantelada no contienen elementos contaminantes.

Aunque no se utilizarán materiales que contaminen, en aquellas áreas donde pudiera haber la posibilidad de contaminación del suelo se llevarán a cabo los análisis necesarios de acuerdo con la normatividad que se encuentre vigente y en caso de que resulte contaminado el sitio, se deberá hacer la remediación correspondiente.

f) Manejo y disposición que se efectuará de los residuos resultantes del desmantelamiento o abandono del sitio.

Los residuos serán clasificados y dispuestos conforme a su naturaleza, en apego al marco jurídico aplicable.

II.2.7.1 Etapa de abandono del sitio

II.2.7.1.1 Inactivado de instalaciones.

Siempre que se inactive algún tramo de tubería del Sistema de Distribución, dejándolo con el mantenimiento de protección catódica que aplique, debe desconectarlo físicamente del sistema bajo presión, y lo purgará con gas inerte o aire sellando todos sus extremos abiertos con tapones, casquetes u otro medio efectivo de sellado.

Siempre que se inactive algún tramo de tubería del sistema de distribución, se deberá elaborar y ejecutar un programa de actividades de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de Protección al Medio Ambiente. Que contenga al menos:

a) Los escenarios y recomendaciones del análisis de riesgo actualizado para esta etapa.

b) Lo previsto en la normatividad en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente.

c) Los términos y condicionantes en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente de los diversos trámites en los que fue autorizado el proyecto.

   La planificación de esta actividad es responsabilidad del jefe del área correspondiente, quien debe elaborar un plan específico contemplando la participación de los especialistas de la Gerencia de Ingeniería y Generación y soporte activos que correspondan, personal de la Gerencia de Seguridad y Salud y la Gerencia de Medio Ambiente. En el caso de desmantelamiento de infraestructura o demolición de construcciones existentes, que impliquen dejar el predio, el sitio deberá quedar libre de residuos de todo tipo regresando en la medida de lo posible a las condiciones iniciales en las que se encontraba. Para tal efecto, se podrá elaborar un programa de cierre o desmantelamiento y

abandono del sitio según sea el caso y presentarlo a la ASEA para su validación respectiva, cuando así aplique. Adicionalmente, informar al área financiera para dar de baja al activo.

Con el mantenimiento adecuado y la aplicación de las medidas de mitigación, con el mantenimiento preventivo y las medidas de control, se espera que, al término de los 30 años de la etapa netamente operativa, se valore la continuidad y se determine darle continuidad. No obstante, en el remoto caso de que se determine finalizar la vida útil, se considerará lo siguiente:

d) Las actividades de rehabilitación o restitución del sitio.

El mantenimiento adecuado y la aplicación de las medidas de mitigación, preventivas y de control se evite el tener que hacer remediaciones, sin embargo, en el caso en que se presentara se seguirán los lineamientos marcados en la Ley para este tipo de eventos o cuando se llegue a la vida útil del proyecto.

En caso de que se requiera el abandono del sitio, se desmantelarán las instalaciones, tales como Estaciones de Medición y Regulación, válvulas, etc., evitando así que estos sitios se conviertan en asentamientos irregulares permanentes.

El ducto será purgado y neutralizado con gas inerte.

Los materiales que no cumplan con los requisitos de reutilización serán depositados en un relleno sanitario autorizado. Los residuos peligrosos deberán manejarse y almacenarse de acuerdo con lo estipulado en la Ley y Reglamento correspondiente, al terminar la etapa productiva de la planta.

e) Posibles cambios en toda el área del proyecto como consecuencia del abandono.

No existirán cambios ya que es vía pública y seguirá utilizándose como vialidad.

Los posibles usos que pueden darse al área.

La mayor parte del área a utilizar será el derecho de vía de las vialidades las cuales mantendrán el mismo uso.

f) Medidas compensatorias y de restitución del sitio.

No se contemplan ya que no se pretende generar impactos residuales.

g) Los procedimientos que se utilizarán para verificar que el sitio o la infraestructura desmantelada no contienen elementos contaminantes.

Aunque no se utilizarán materiales que contaminen, en aquellas áreas donde pudiera haber la posibilidad de contaminación del suelo se llevarán a cabo los análisis necesarios de acuerdo con la normatividad que se encuentre vigente y en caso de que resulte contaminado el sitio, se deberá hacer la remediación correspondiente.

h) Manejo y disposición que se efectuará de los residuos resultantes del desmantelamiento o abandono del sitio.

Los residuos serán clasificados y dispuestos conforme a su naturaleza, en apego al marco jurídico aplicable.

II.2.8 Residuos

El Gerente de Medio Ambiente es el responsable de establecer los lineamientos para el adecuado manejo de los residuos generados por las actividades de ENGIE México.

El Supervisor de HSSE, es el responsable de gestionar el manejo y disposición final de los residuos clasificados como RP y RME, cumpliendo con Normas y Legislaciones aplicables vigentes a la Localidad.

En las oficinas del Corporativo, el Supervisor de Servicios Generales es el responsable de gestionar el manejo y disposición final de los RSU, cumpliendo con Normas y Legislaciones aplicables vigentes.

El personal de ENGIE México es responsable de depositar los residuos sólidos reciclables en los contendedores destinados para este fin, evitando la mezcla de estos residuos con residuos peligrosos.

Cada vez que se genere un nuevo residuo, el Gerente de Medio Ambiente deberá caracterizarlo de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, "Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos", si el residuo cuenta con alguna de las características CRETIB, este deberá darse de alta a la autoridad ambiental competente. De no ser considerado como residuo peligroso según la Normatividad aplicable se deberá identificar como residuo sólido urbano o residuos de manejo especial (si es susceptible de reciclaje). Para lo cual se deberá de depositar en el contenedor adecuado para cada tipo de residuo (vidrio, cartón, papel, PET) o en su caso orgánico e inorgánico.

II.2.8.1 Área de almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos.

Los Supervisores de HSSE, serán los responsables de verificar la recolección, almacenamiento y disposición final de los RME, estableciendo las áreas destinadas para este fin.

Las características generales del almacén de residuos sólidos no peligros serán:

- Perfectamente identificado con el nombre "Almacén Temporal de Residuos no Peligrosos"
- Ventilado.
- Contenedores identificados con su contenido.
- Contenedores óptimos para su funcionamiento, sin roturas o escurrimientos.
- Separado de las áreas de almacenamiento de materiales y materias primas.

- Los contenedores serán los comercialmente viables.
- Se colocará, en los casos necesarios por el tipo de residuo, rejilla o dique de contención.
- Deberá contar con una bitácora para el registro de las entradas y salidas de residuos.
- Con piso de concreto u otro material, que ayude a retener posibles lixiviados para evitar que se contamine el suelo natural en el sitio de almacenamiento.

II.2.8.2 Área de Almacenamiento de Residuos Peligrosos.

El Supervisor de HSSE es responsable de verificar la recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados y resguardar evidencia correspondiente.

El Supervisor de HSSE, será el responsable de determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos peligrosos para su almacenamiento de acuerdo con la normatividad vigente (NORMA Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993) que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos. En caso de que exista esta característica entre dos o más residuos, se deben almacenar en forma separada.

II.2.8.2.1 Las características generales del almacén de residuos peligrosos serán:

- Perfectamente identificado con el nombre “Almacén Temporal de Residuos Peligrosos”
- Puerta de acceso de doble abatimiento, que abra hacia el exterior.
- Ventilación suficiente y natural.
- Separado de las áreas de almacenamiento de materiales y materias primas o materiales, servicios, oficinas y ubicados en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Los contenedores deben ser tambores metálicos o de plástico con tapa hermética del tipo comercial.
- Los tambos deben contar con un sistema de descarga a tierra a través de un conductor, en contenedores óptimos para su funcionamiento, sin roturas o escurrimientos.
- Contenedores identificados debe contar con siguiente información mínima: nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén.
- Extintor de polvo químico seco ubicado al exterior del área de almacenamiento.
- Señalamientos de Seguridad, Salud e Higiene para Edificios e Instalaciones (Pictogramas de prohibición como: No fumar, No Flama Abierta; Obligatoriedad: Uso de zapatos de seguridad, guantes).

- Rombos de Riesgos de los Productos contenidos al exterior del Área de Residuos Peligrosos para identificar los riesgos por parte de los usuarios del Área.
- Contar con señalización visible y en buen estado.
- Método de iluminación natural o con un sistema de iluminación a prueba de explosiones.
- Uso de tarimas de madera, para el caso de los tambores que contengan residuos sólidos.
- Se considerará el uso de tarimas plásticas para contención de derrames, para el caso de los tambores que contengan residuos líquidos.
- Procurar que en el almacenamiento se tengan pasillos que permita su pronta atención en caso de derrame o incendio u otra emergencia.
- Debe contar con un kit para derrames.
- Debe estar asegurado para evitar la intrusión de personal no autorizado.

Debe contar con una bitácora para el registro de las entradas y salidas de residuos, que debe contener mínimo la siguiente información: Nombre del residuo y cantidad generada, Características de peligrosidad; Área o proceso donde se generó; Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia. El tiempo de retención de esta bitácora debe ser de 5 años, después de haber generado último registro, es muy importante que se registren los residuos con los nombres que se declararon en el Registro Nacional Ambiental. Los residuos no deberán permanecer por más de seis meses en el almacén temporal de residuos peligrosos.

- La altura máxima de las estibas será de dos tambores en forma vertical como máximo.
- No se permite el almacenamiento en áreas abiertas, siempre deben estar los residuos peligrosos con sus contenedores en el área destinadas para su almacenamiento.
- No deberá realizarse trabajos de soldadura cercanos al área de almacenamiento. En caso de ser necesario dicha actividad, deberán contar con permisos de trabajo y resguardar el área para evitar un posible incendio, esto mediante el uso de mamparas u otros medios que no permita que llegue a pasar chispa alguna al almacén.
- En caso de contar con residuos con características inflamables, el contenedor metálico o plástico deberán estar a puesta a tierra (aterrizados), con un cable desnudo y caimanes conectados al sistema de tierra del almacén.
- 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;

- 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;
- 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.
- El traslado o manejo de los tambores debe ser con ayuda de patines o diablos, nunca debe ser rodado por su base. El manejo de estos tambores si sobrepasan de 200 kg debe ser apoyado por dos personas y siempre se debe asegurar la estabilidad de la carga para evitar caída de residuos peligrosos en el momento se su manejo.
- En caso de tener un derrame de residuo peligroso (líquido o sólido) en suelo natural, se debe recolectar y este debe ser enviado al almacén temporal de residuos peligrosos, en caso de que la cantidad de suelo contaminado sea igual o mayor a 1 metro cúbico, se debe dar aviso a la autoridad ambiental competente (ASEA o PROFEPA) de tal situación, esto en los formatos que determine la propia dependencia.

II.2.8.3 Disposición de Residuos Sólidos Peligrosos.

El Supervisor de HSSE es responsable de inscribir como empresa generadora de Residuos Peligrosos ante las Autoridades Federales (SEMARNAT o ASEA según corresponda) a cada Localidad que apliquen y sólo en los casos que la legislación federal lo especifique. En caso que una Localidad sea considerada como gran generador de residuos peligrosos, estos residuos deben ser manejados de acuerdo a su plan de manejo los siguientes residuos: Aceites lubricantes usados, disolventes orgánicos usados, acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo, baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio, lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio, aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo, en adición presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo.

El Supervisor de HSSE debe contar con un listado actualizado de los residuos.

La Dirección de HSSE es responsable de cumplir con los requerimientos legales en materia de Residuos Peligrosos, de acuerdo con la categoría que le corresponda.

El Supervisor de HSSE es responsable de vigilar que la recolección, transporte y disposición de los Residuos Peligrosos se realicen como máximo cada SEIS MESES, (en caso que se requiera contar con una prórroga, esta debe ser solicitada a la SEMARNAT o a la ASEA con 20 días de anticipación a la fecha de vencimiento de almacenamiento, esto puede ser hasta por seis meses adicionales) sin excepción alguna, por empresas que cuenten con la autorización vigente de la ASEA, Secretaría de Comunicaciones y Transporte y contar con dicha copia.

El Supervisor de HSSE deberá asegurarse que la empresa cuente con su seguro ambiental vigente, plan de contingencias, equipo para atender cualquier emergencia, los vehículos de transporte deben contener el rombo de naciones unidas con el número internacional que corresponde al residuo que transporta, esto tanto en la parte frontal y trasera, así como laterales del vehículo trasportador.

El Supervisor de HSSE debe contar con un manifiesto sellado y firmado por la empresa que realiza la disposición de los residuos peligrosos sin excepción, en cada caso que se realice una recolección. 3.6 Residuos sujetos a Plan de Manejo.

Los residuos peligrosos generados se depositarán en contenedores para el almacenamiento temporal de residuos. La capacidad de éstos estará en función de la cantidad y dimensiones de los sistemas a ejecutar de acuerdo con el programa de trabajo; asimismo, la cantidad de residuos será dependiente de la cantidad de personas que laboren en el proyecto y los servicios existentes.

Todos los residuos peligrosos que se generen serán debidamente manejados, almacenados y dispuestos de acuerdo con la normatividad aplicable vigente. El manejo y disposición de los residuos peligrosos estará a cargo de la empresa contratista en la etapa de construcción y durante la etapa de operación y mantenimiento estará a cargo de la distribuidora. Para la gestión de los residuos peligrosos en la etapa de operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural, se contratará a una empresa externa autorizada por la Autoridad Competente

Nota: Es muy importante que se cuide al máximo la reducción de la generación de residuos peligrosos; esto a través de evitar la mezcla de este tipo de residuos con residuos sólidos (urbanos o de manejo especial), evitando la presencia de derrames de sustancias químicas peligrosas, residuos peligrosos.

En el **Anexo 2.7** de este documento, se incluyen los Instructivos de Respuesta a Emergencias .

II.2.8.4 Disposición de residuos de manejo especial.

El Gerente de Medio Ambiente es responsable de verificar que cada Localidad se inscriba como empresa generadora de Residuos Sólidos No Peligrosos ante las Autoridades Estatales y/o Municipales (Secretaría de Desarrollo Sustentable o la Secretaría de Medio Ambiente) que apliquen y solo en los casos que la legislación local lo especifique.

La disposición de los RME para reciclaje será responsabilidad del Supervisor de HSSE, Almacenista y Área que genera el RME, en coordinación con la Administración Local.

Se deberá contar con un registro escrito por cada disposición y debe integrar la siguiente documentación:

- Listado de Baja del Sistema de los residuos.

- En el caso de materiales y/o equipos tales como (medidores residenciales y comerciales, computadores de flujo, reguladores, etc.) debe ser inhabilitados por el área generadora, con el fin prevenir un mal uso por un tercero.
- Oficio donde notifica la cantidad, tipo y números de serie de los residuos entregados.
- Reporte fotográfico de destrucción.
- Oficio de entrega al Almacén de residuos no peligrosos (una vez validado por contabilidad) por parte de la empresa recicladora.
- Tara de peso.
- Acta de destrucción, para el caso de Medidores a desechar se utiliza el formato "Acta de Destrucción" MEDIOAMBIENTE-PR-01-IN01-FO01, misma que el Supervisor de HSSE entrega al área Responsable de la Localidad para su resguardo.
- Bitácora de residuos de manejo especial donde se registre el volumen, tipo de residuos generados y forma de manejo al que fueron sometidos.

La disposición y/o comercialización de RME para reciclaje se debe realizar con empresas que tengan el registro respectivo ante las Autoridades Estatales y/o Municipales.

La disposición de los RSU para disposición final debe ser recolectado por empresas que tengan el registro respectivo ante las Autoridades Estatales y/o Municipales y le dará la disposición final correspondiente.

No se permite la disposición de residuos no peligrosos en sitios no autorizados, ni depositarlos en cualquier lugar como ríos, arroyos, suelo, cañadas, etc. Así mismo no se tiene permitido la mezcla de residuos de manejo especial con residuos sólidos urbanos y ambos con residuos peligrosos.

En caso de que por las cantidades generadas (en aquellos casos donde se generen igual o mayor a 10 toneladas anuales de residuos de manejo especial) y características de los residuos de manejo especial que se requiera realizar un plan de manejo de acuerdo con la legislación local, se debe realizar este mismo conforme a la legislación vigente y debe ser entregado a los gobiernos estatales. En el caso de transporte y distribución de gas natural, el plan de manejo deberá registrarse ante la ASEA.

II.2.8.5 Generación de residuos estimados para el proyecto

Cabe señalar que se cuenta con un procedimiento para la gestión de residuos, alineado a la legislación correspondiente, mismo que se presenta en el **Anexo 2.6**.

Los residuos que se generarán durante la ejecución del proyecto serán fragmentos de ducto, así como envases y embalajes de los materiales empleados. Los residuos que así lo permitan serán enviados a recicladoras locales y el resto serán enviados al servicio de limpia municipal. Se instalarán contenedores o depósitos específicos, identificados y con tapa para el confinamiento de los residuos generados, para evitar

la generación de malos olores y la atracción de fauna indeseable, para posteriormente ser enviados para su disposición final, por parte del municipio. Es importante mencionar que esta actividad está a cargo de la empresa contratista. Los residuos no peligrosos que se generarán en las diferentes etapas del proyecto se presentan en la siguiente tabla.

Tabla II. 18 Generación y manejo de residuos no peligrosos durante la construcción

Nombre	Etapa, proceso o actividad en que se generan	Cantidad o volumen producido	Disposición temporal	Disposición final
Producto de la excavación	Construcción	20 kg por día	En el mismo sitio	En el relleno de las zanjas
Papel, cartón, plástico de empaque	Preparación del sitio y construcción	5 kg por día	Recolección en bolsas de plástico en sitio	Venta
Basura y restos de alimentos	Preparación del sitio y construcción	5 kg por día	Confinamiento temporal en contenedores de 200 litros en sitio	Servicio de limpia municipal y relleno sanitario
Pedacería de tubería	Construcción	50 kg por semana	Recolección en transporte	Venta

Nota: Volúmenes estimados por frente de trabajo

Tabla II. 19 Descripción de Residuos Peligrosos

No	Descripción del residuo peligroso	Código de peligrosidad de los residuos									Clave genérica	Cantidad (Kg/mes)
		C	R	E	T	Te	Th	Tt	I	B		
1	Aceite sucio				X				X		SO2	30 l/mes
2	Solidos impregnados con aceite sucio, pintura y/o solventes				X				X		SO2	5 kg/mes

II.2.9 Generación de gases efecto invernadero

Las emisiones contaminantes a la atmósfera en la etapa de construcción serán las generadas por la maquinaria pesada, es decir emisiones de gases de combustión y emisión de partículas provenientes de los vehículos de carga de materiales a utilizar. La maquinaria pesada se utilizará ocho horas diarias (9:00 a 18:00 hrs) de lunes a viernes y los vehículos de carga realizarán uno o dos viajes al día. En lo que se refiere a la operación y mantenimiento, las emisiones contaminantes a la atmósfera se producirán únicamente cuando se realicen desfogues necesarios por los trabajos a ejecutar, con el fin de liberar la presión contenida en algún tramo para el mantenimiento o bien cuando se realicen desfogues para garantizar al menos un 90% de gas contenido en la red recién construida y que entre en operación, pero en cantidades que no tengan afectaciones al ambiente ni representen algún riesgo de formación de nube explosiva.

II.2.9.1 Identificar por etapas del proyecto las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.

Generación de polvos generados derivadas de las actividades de preparación del sitio y construcción, mismos que serán minimizados por medio de irrigación con agua de las áreas de trabajo.

Asimismo, en la etapa de construcción, las emisiones de gases de combustión podrán ser generadas por la maquinaria pesada, aunque se tendrán controles de mantenimiento constante que recibirán las unidades para disminuir las emisiones.

Otra de las actividades donde se pueden generar gases de efecto invernadero será durante el venteo de hidrocarburo, actividad que se describe a continuación:

El venteo de hidrocarburo puede desarrollarse vía dos escenarios, por tareas operativas de mantenimiento concerniente a la Apertura y Cierre de líneas y equipos de proceso, para su cuantificación se utilizará la pestaña de "EMISIONES POR MANTENIMIENTO" del formato Medición de Hidrocarburos DIG-MAN-ERM-PR-01-FO05 el segundo escenario obedece por rupturas en ducto su estimación corresponde a la pestaña "EMISIONES POR FUGAS" del mismo formato.

Asimismo, la generación de gases de efecto invernadero podrá darse por emisiones fugitivas en las operaciones de mantenimiento o fugas de diferente índole en la red de distribución y/o demás componentes.

II.2.9.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3 entre otros.

A nivel global, en la siguiente tabla se resumen los factores de emisión de metano para las actividades de distribución de gas natural en el sector petrolero. Estos factores están basados principalmente en el estudio CAPP (2004) como se presenta en la Guía IPCC 2006. Se presentan algunos valores del documento de trabajo para la Guía de buenas Prácticas del IPCC 2000, que están basados en un estudio anterior de la CAPP 81999) y de la EPA (GRI/US EPA, 1996). Se incluyen también factores para emisiones fugitivas calculados a partir de la información del inventario de los EUA de 2010 (USA, 2012) para la distribución de gas natural.

Tabla II. 20 Factores de Emisión de metano por actividades de distribución de gas natural

Código IPCC	Tipo de Emisión	Factor de emisión	Incertidumbre	Unidades de Medición	Referencia
1B 2 b iii 5	Fugitiva	5.20 E-04	---	Gg/km tubería de distribución	IPCC, 2000
1B 2 b iii 5	Fugitiva	7.10 E-04	---	Gg/km tubería de distribución	IPCC, 2000

Código IPCC	Tipo de Emisión	Factor de emisión	Incertidumbre	Unidades de Medición	Referencia
1B 2 b iii 5	Fugitivas	1.10 E-03	- 20 a + 500%	$Gg/10^6m^3$ gas distribuido	IPCC, 2006
1B 2 b iii 5	Fugitivas	9.62 E-04	---	Gg/km tubería de distribución	USA 2012

En la siguiente tabla se presentan los factores de emisión de CO_2 para las actividades de distribución de gas natural.

Tabla II. 21 Factores de emisión de CO_2

Código IPCC	Tipo de Emisión	Factor de emisión	Incertidumbre	Unidades de Medición	Referencia
1B 2 b iii 5	Fugitiva	0	---	Gg/km tubería de distribución	IPCC, 2000
1B 2 b iii 5	Fugitiva	5.1 E-05	- 20 a + 500%	$Gg/10^6m^3$ gas distribuido	IPCC, 2000
1B 2 b iii 5	Fugitivas	2.68 E-05	---	Gg/km tubería de distribución	USA 2012

Para la distribución de gas natural se reportan como cero los factores de emisión de óxido nitroso en el documento de trabajo para la Guía de Buenas Prácticas 2000 pero en la Guía del IPCC del 2006 se especifica que no aplican en esta categoría.

Por otra parte, en la guía (https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/guia-sintesis-resumida_tcm30-376937.pdf) se señala que existen opciones de mitigación en todos los sectores clave. Por ejemplo, la gráfica siguiente muestra la reducción en las emisiones (con respecto a un escenario sin mitigación) por sectores en un escenario de mitigación intensa que no sobrepase un valor de 450 ppm CO_2 eq en 2100 (y que probablemente limita el calentamiento a 2ºC con respecto a los niveles pre-industriales). Las emisiones negativas que aparecen en el sector eléctrico se deben a la aplicación de la bioenergía con captura y almacenamiento de dióxido de carbono. El gráfico muestra el gran potencial de mitigación del sector eléctrico (y generación de gas), seguido de la industria y el transporte.

Gráfico 18: Emisiones anuales de CO_2 (por sectores) y resto de GEI contemplados en el protocolo de Kioto. Las diferentes barras corresponden a tres alcances temporales (2030, 2050 y 2100) para un escenario de referencia sin mitigación (colores atenuados) y escenarios con mitigación (colores brillantes) que alcanzan concentraciones de 430 - 480 ppm CO_2 eq en 2100.

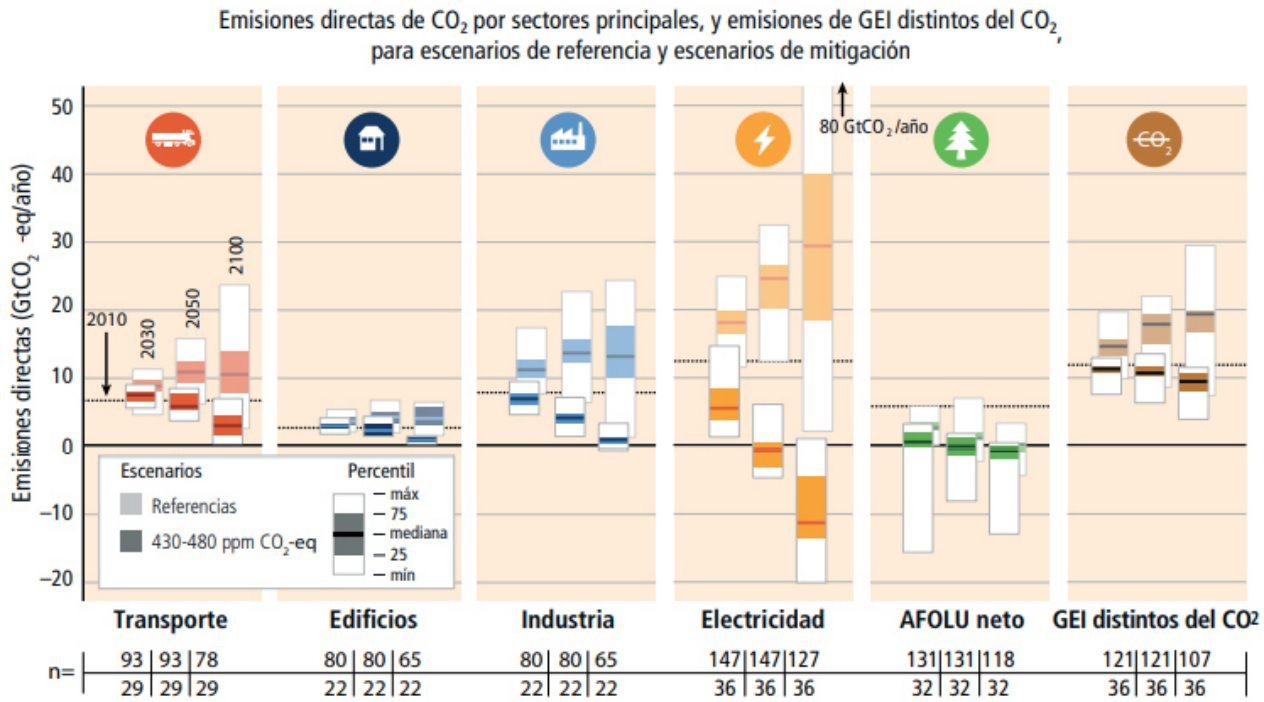


Figura II. 14. Emisiones Directas de CO_2 por sectores

Por su parte **ENGIE** en el documento denominado Mantenimiento a las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) con Clave: DIG-MAN-ERM-PR-01 de fecha 03 de junio de 2019 en su Anexo B señala las fórmulas que emplea para cuantificación por las actividades de venteo de hidrocarburos.

ESCENARIO 1

Antes de ejecutar la actividad de operación. El tramo que se requiere ventear será necesario capturar los siguientes datos para obtener el resultado del gas venteado a la atmosfera:

- Diámetro interior de la tubería en pulgadas [in]
- Longitud del área a ventear en metros [m]
- Presión en unidades [kg/cm²] y temperatura en [°C] en el punto de inicio
- Presión en unidades [kg/cm²] y temperatura en [°C] en el punto final
- Gravedad Especifica [adimensional]

El cálculo del volumen (empaque) es una magnitud definida como el espacio ocupado por un cuerpo. De la deducción del calcular la desviación de un gas real con relación a las leyes de los gases ideales, influye la Temperatura, Presión y la Gravedad Específica. El uso de la fórmula para obtener el empaque a su condición base (1kg/cm² y 20°C) proviene del Reporte AGA 7 "apéndice B" siendo el siguiente:

$$\boldsymbol{V}_1 = \frac{\mathrm{P}_2 * V_2 * Z_1 * T_1}{\mathrm{Z}_2 * T_2 * P_1}$$

Donde:

$$\boldsymbol{V}_1 = \frac{Z_1 * T_1}{P_1}$$ es una constante = $\frac{1 * 527.67}{14.2234}$ = 37.09872464

Desarrollando:

$$\boldsymbol{VMMPC} = \frac{0.001067 * P_{\mathrm{m}} * D^2 * L}{\mathrm{Z}_{\mathrm{m}} * T_{\mathrm{m}}}$$

ESCENARIO 2

Para estimar la cantidad de gas venteado a la atmosfera a través de un orificio de la línea, será necesario capturar los siguientes datos:

D=Diámetro del niple u orificio en pulgadas [in]

P=Presión absoluta de algún punto cercano aguas arriba del punto de ruptura en [Kg/cm²]

T=Duración de la fuga en minutos[m]

Usando la fórmula para estimar el flujo producto de la ruptura del ducto (Pipeline rules of thumb Handbook/W.E. McAllister, editor-5th ed.)

Q = D2 P1 @ 60°F y 14.9 psi

Se obtiene el volumen del gas Q (Mcf/hr a una presión de 14.9 psi, 60 °F con una gravedad específica de 0.6) Posteriormente se corrige a condiciones base (1kg/cm2 y 20°C) mediante el Reporte AGA 7 "apéndice B":

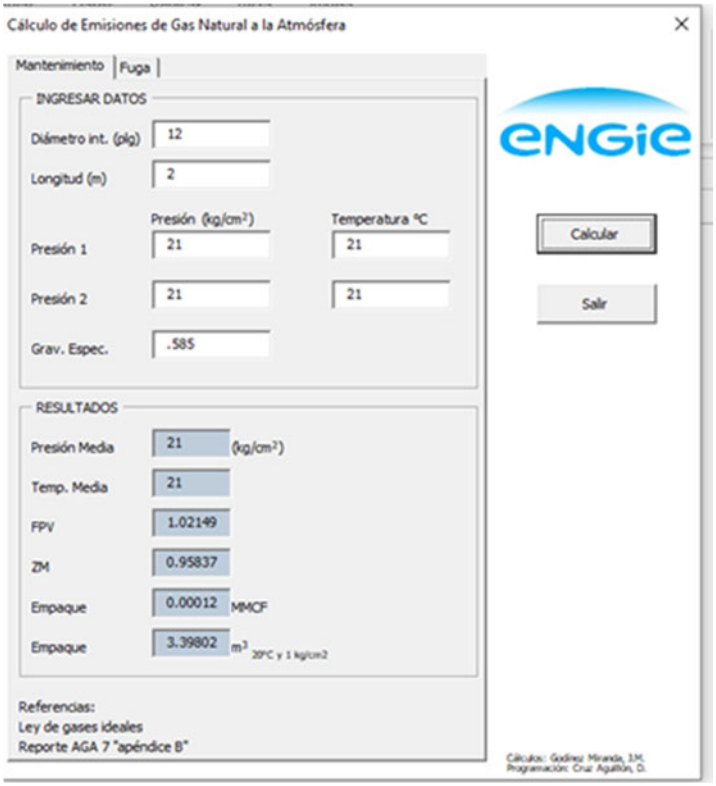
$$\boldsymbol{V}_1 = \frac{\mathrm{P}_2 * V_2 * Z_1 * T_1}{\mathrm{Z}_2 * T_2 * P_1}$$

Donde:

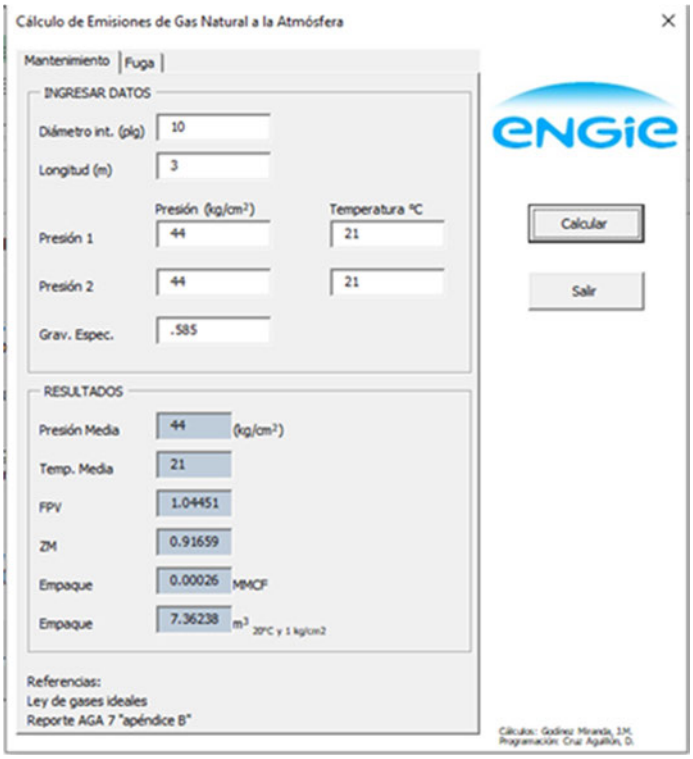
$$\boldsymbol{V}_1 = \frac{Z_1 * T_1}{P_1}$$ es una constante = $\frac{1 * 527.67}{14.2234}$ = 37.09872464

A continuación, se muestra un ejemplo del cálculo que **ENGIE** hace para la determinación de emisiones en sus actividades de mantenimiento tanto a las Estaciones de Regulación y Medición como a los City Gate:

Mantenimiento a las ERM año 2021



Mantenimiento a City Gate año 2021



Cabe señalar que **ENGIE** tiene el compromiso de reducir en 52% las emisiones de CO_2 por cada KWH de energía para el año 2030.

Glosario de términos

- **Abolladura o Hendidura**: Es una depresión que provoca una deformación o perturbación en la curvatura de la pared del Ducto sin reducir el espesor de pared de este.
- **Atmósfera Peligrosa**: Es aquella que puede exponer a una persona a riesgo de muerte, incapacidad, deterioro de la capacidad de auto rescate, lesión o enfermedad grave por alguna de las siguientes causas: gases, vapores o nieblas inflamables por arriba del 20% del límite inferior de inflamabilidad; partículas combustibles en el aire en una concentración que excede su límite inferior de inflamabilidad; concentración de oxígeno en el aire por debajo del 19.5% o por arriba del 23.5% en volumen.
- **Caída de presión**: Pérdida de Presión ocasionada por fricción u obstrucción al pasar el Gas a través de tuberías, válvulas, accesorios, reguladores y Medidores.
- **Camisa**: Ducto en el que se aloja una tubería conductora de Gas para protegerla de esfuerzos externos.
- **Clase de localización**: Área unitaria clasificada de acuerdo con la densidad de población para el diseño de las tuberías localizadas en esa área.
- **Combustible**: Material que genera energía térmica durante el proceso de combustión.
- **Combustión**: Proceso químico de oxidación entre un combustible y un comburente que produce la generación de energía térmica y luminosa acompañada por la emisión de gases de combustión y partículas sólidas.
- **Componente**: Los elementos de un sistema de Ductos conectados entre sí para el Transporte o Distribución de fluidos gases entre estaciones y/o plantas, incluyendo Ductos, trampas de diablos, aditamentos, válvulas de corte y válvulas seccionadoras.
- **Corrosión**: Destrucción del metal por acción electroquímica de ciertas sustancias.
- **Desmantelamiento**: Actividad en la que se realiza la remoción total o parcial, reutilización y disposición segura de equipos y accesorios de una Instalación.
- **Diablo**: Dispositivo con libertad de movimiento que es insertado en el ducto para fines de inspección y/o limpieza interna del mismo.
- **Dispositivo de seguridad**: Elemento protector contra sobrepresión o baja Presión en un Sistema de distribución, por ejemplo: válvulas de seguridad, reguladores en monitor, entre otros.

- **Distribución**: Actividad logística relacionada con la repartición, incluyendo el traslado, de un determinado volumen de Gas Natural o Petrolíferos desde una ubicación determinada hacia uno o varios destinos previamente asignados, para su Expendio al Público o consumo final.
- **Explosión**: Reacción fisicoquímica de una mezcla combustible de Gas iniciada por un proceso de combustión, seguida de la propagación rápida de la flama y generación violenta de una onda de Presión confinada, misma que al ser liberada produce daños.
- **Franja de desarrollo del sistema (antes derecho de vía)**: Franja de terreno donde se alojan las tuberías del Sistema de Transporte o Distribución.
- **Gas**: Gas Natural o Gas Licuado de Petróleo.
- **Gas inerte**: Gas no combustible ni tóxico ni corrosivo.
- **Gas Natural**: La mezcla de gases que se obtiene de la Extracción o del procesamiento industrial y que es constituida principalmente por metano. Usualmente esta mezcla contiene etano, propano, butanos y pentanos. Asimismo, puede contener dióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico, entre otros. Puede ser Gas Natural Asociado, Gas Natural No Asociado o Gas asociado al carbón mineral.
- **Línea de desvío o by-pass:** Tubería que rodea a un instrumento o equipo, para desviar el flujo de Gas, con el objeto de repararlo o reemplazarlo.
- **Medidor**: Instrumento utilizado para cuantificar el volumen de Gas que fluye a través de una tubería.
- **Normas Aplicables**: Normas Oficiales Mexicanas o Normas Mexicanas; o en ausencia de éstas, los Estándares Internacionales, aplicables.
- **Presión**: Magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie.
- **Presión de diseño**: Presión máxima a la que se diseña el Sistema de distribución, misma que debe ser igual o mayor a la PMOP.
- **Presión manométrica**: Presión que ejerce un Gas sobre las paredes del recipiente que lo contiene.
- **Presión máxima de operación (PMO)**: Presión máxima de funcionamiento real, es la presión más alta a la que opera un Sistema de distribución por Ducto durante un ciclo normal de operación.
- **Presión máxima de operación permisible (PMOP)**: Presión máxima a la cual un Ducto o sección de él puede ser operado de manera segura de acuerdo con lo determinado en el análisis de integridad.

- **Presión de operación**: Presión a la que operan normalmente los segmentos del Sistema de Transporte o Distribución.
- **Presión de prueba**: Presión a la que se somete el Sistema de Transporte o Distribución de manera previa al inicio de su operación con el objeto de corroborar su integridad y hermeticidad, así como para detectar cualquier defecto de construcción y materiales defectuosos.
- **Prueba de hermeticidad**: Procedimiento utilizado para asegurar que un Sistema de distribución o una parte de él, cumple con los requerimientos de no fuga y resistencia definidos en la presente Norma Oficial Mexicana.
- **Ramal**: Tubería secundaria conductora de Gas que se deriva de la Tubería principal, formando las redes o circuitos que suministran Gas a las tomas de servicio de los usuarios.
- **Recubrimiento**: Material que se aplica y adhiere a las superficies externas de una tubería metálica para protegerla contra los efectos corrosivos producidos por el medio ambiente.
- **Registro**: Espacio subterráneo en forma de caja destinado a alojar válvulas o una sección de la válvula, accesorios o instrumentos, para su protección.
- **Resistencia mínima de cedencia (RMC)**: Es el valor del esfuerzo aplicado a un material, después del cual éste sufre una deformación sin incremento sensible del esfuerzo.
- **Sistema de Distribución**: El conjunto de ductos, accesorios, reguladores, medidores y otros equipos para recibir, conducir y entregar Gas por medio de Ductos.
- **Toma o acometida de servicio**: Tramo de tubería a través del cual el Regulado suministra Gas a los usuarios, derivada de la Tubería principal o Ramal, hasta el medidor o medidores del usuario.
- **Trampa para dispositivos de limpieza e inspección interna (Trampa de diablos)**: Es la instalación interconectada al Ducto, que se utiliza para fines de envío y recibo de dispositivos de inspección o limpieza interna del Ducto (Diablos).
- **Trazo**: La trayectoria de la tubería destinada a la conducción de Gas Natural.
- **Tubería principal**: Tubería a través de la cual se abastecen los Ramales del Sistema de distribución de Gas.
- **Válvula de bloqueo**: Dispositivo de cierre rápido para suspender el flujo de Gas.
- **Válvula de seguridad**: Válvula de apertura o cierre por sobrepresión o por baja Presión.

- **Válvula de seccionamiento**: Dispositivo instalado en la tubería para controlar o bloquear el flujo de gas hacia cualquier sección del Sistema de Transporte.
- **Venteo**: Acción de liberar a la atmósfera los gases y vapores de forma controlada que se realiza únicamente con el objeto de mantener las condiciones de seguridad operativa.
- **Ph**: Medida de la acidez o alcalinidad en los suelos.

Referencias

IG-STG-ETG-01 Especificación Técnica Generales de Orden e Imagen para las obras de ENGIE México.

DIG-ETG-02 Especificación técnica general Diseño, Construcción, Modificación, Instalación y Evaluación de Sistema de Protección Catódica

DIG-ETG-04 Especificación técnica general para la selección y aplicación de Sistemas Anticorrosivos

DIG-MAN-CORR-PR-02-FO06 “Inspección de aplicación y reparación de recubrimientos”

NOM-031-STPS-2011 “Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo”

NOM-003-ASEA-2016.- Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por Ductos

NOM-007-ASEA-2016.- Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos

NOM-009-ASEA-2017. Administración de la integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.

NOM-001-SECRE-2010.- Especificaciones del Gas Natural.

NOM-001-SEDE-2012.- Instalaciones Eléctricas (utilización).

ÍNDICE GENERAL

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 1
III.1 Normatividad y legislación Aplicable a la Regulación en Materia Ambiental y Energético 1
III.2 Planes, Programas y Estrategias 2
III.2.1 Programas de Ordenamiento Ecológico Aplicables 2
III.2.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 2
III.2.1.2 Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de San Luis Potosí, SLP (ProMOT-SLP 2050) 7
III.3 Planes Municipales de Desarrollo 9
III.3.1 Plan Municipal de Desarrollo de San Luis Potosí 2040 9
III.3.2 Plan Municipal de Desarrollo de Villa de Reyes 9
III.4 Leyes y Reglamentos Federales 10
III.4.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 10
III.4.2 Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA. 12
III.4.3 Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera. 14
III.4.4 Reglamento para la Prevención y control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruidos. 15
III.4.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento 16
III.4.6 Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento 17
III.4.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento 18
III.4.8 Ley General de Cambio Climático 20
III.4.9 Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento 23
III.4.10 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 25
III.4.11 Ley de Hidrocarburos 26
III.4.12. Ley de la Comisión Reguladora de Energía 27
III.4.13. Ley de La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y su Reglamento 28
III.4.14 Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos. 29
III.5 Normas Oficiales Mexicanas 30
III.5.1. Normas Aplicables al proyecto 30
III.5.1.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental 30
III.5.1.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Energía 31

III.6 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 31
III.7 Conclusiones..... 34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 UAB Altos de Jalisco y Bajio Guanajuatense. 2
Tabla III. 2 Vinculación del proyecto con la UAB No. 44 Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato. 4
Tabla III. 11 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.... 10
Tabla III. 12 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 13
Tabla III. 13 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera 14
Tabla III. 14 Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos.... 16
Tabla III. 15 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.... 16
Tabla III. 16 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 17
Tabla III. 17 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 18
Tabla III. 18 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.... 19
Tabla III. 19 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.... 19
Tabla III. 20 Ley General de Cambio Climático. 20
Tabla III. 21 Ley de Aguas Nacionales.... 23
Tabla III. 22 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.... 24
Tabla III. 23 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 25
Tabla III. 24 Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos.... 30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1 Localización de la Red de Distribución dentro de la UAB 44 Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato 3
Figura III. 2 Localización del proyecto con respecto al ProMOT-SLP 2050.... 8
Figura III. 3 Ubicación del proyecto con respecto a Áreas Naturales Protegidas Federales. 32
Figura III. 4 Ubicación del proyecto con respecto a Áreas Naturales Protegidas Estatales 33

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

De conformidad con los dispuesto por el artículo 35, segundo párrafo de la LGEEPA, así como lo establecido en la fracción III del artículo 13 del REIA, el cual indica la obligación del promovente para incluir en las manifestaciones de impacto ambiental en su modalidad regional, la vinculación de las obras y actividades que incluyen el proyecto con los ordenamiento jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso con la regulación del uso de suelo, entendiendo por ésta vinculación la relación jurídica obligatoria entre las actividades que integran el proyecto y los instrumento jurídicos aplicables. En este orden de ideas, además de las leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas, y considerando que el proyecto se ubica en el Estado de San Luis Potosí, específicamente en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, se identificó que el sitio en donde se pretende desarrollar el proyecto, se encuentra regulado por los siguientes instrumentos:

a) **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)**.
b) **Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de San Luis Potosí, SLP (ProMOT-SLP 2050**), publicado en el Plan de San Luis, Periódico Oficial del Estado, Año CIV, TOMO I, 27 de abril de 2021, Edición Extraordinaria.

III.1 Normatividad y legislación Aplicable a la Regulación en Materia Ambiental y Energético

La CRE1 (ver **Anexo 3.1**) otorgó título de permiso No. G/20272/DIS/2017 de fecha 03 de agosto de 2017 a favor de Tractebel DGJ, S. A. de C.V. con resolutivo No. RES/1652/2017 en donde se estableció la autorización al promovente para distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica del Bajío.

Asimismo; en el **Anexo 3.2** se incluye el Seguro de Responsabilidad Civil.

[1] La Comisión Reguladora de Energía, es un órgano regulador constitucionalmente creado con relación a todas las actividades liberalizadas, tanto en materia eléctrica como en materia de hidrocarburos

III.2 Planes, Programas y Estrategias

III.2.1 Programas de Ordenamiento Ecológico Aplicables

Los Programas de Ordenamiento Ecológico son instrumentos cuya finalidad es regular o inducir los usos de suelo que sean compatibles con las actividades productivas a realizar y de proteger, preservar y el aprovechamiento sustentable al medio ambiente.

III.2.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (**POEGT**)[2] es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

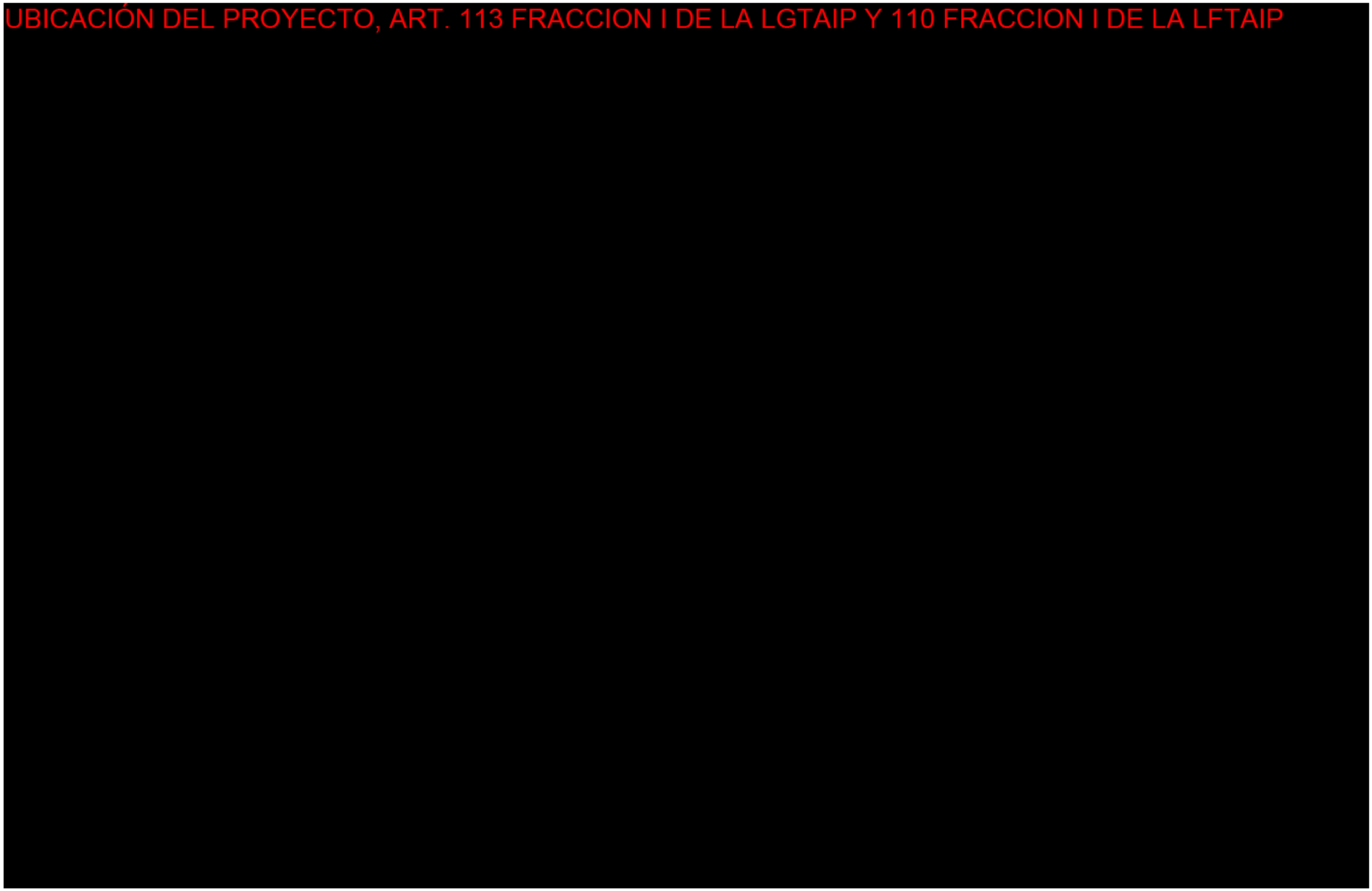
El proyecto se ubica en las **UAB No. 44 Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato**. En la siguiente tabla se presenta la política y estrategias aplicables.

Tabla III. 1 UAB Altos de Jalisco y Bajío Guanajuatense.

Región Ecológica	UAB	Nombre de la UAB	Clave de la política	Política ambiental	Estrategias
18.8	44	Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato	18	Restauración y Aprovechamiento Sustentable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

En la siguiente figura se muestra la localización del proyecto dentro de la UAB.

[2] Publicado en el DOF 07-09-2012


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

En la siguiente tabla se presenta la vinculación de las actividades del proyecto con las estrategias sectoriales de la UAB aplicables al proyecto.

Tabla III. 2 Vinculación del proyecto con la UAB No. 44 Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato.

Estrategias	Vinculación con el proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	
1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto no afecta a los ecosistemas presentes en el SAR y su biodiversidad, ni especies en riesgos durante las inspecciones programadas y procedimientos operativos, es decir, no hay afectaciones al medio por las actividades derivadas de la operación y mantenimiento del proyecto, toda vez que ésta corre por derechos de vía existentes y predios de naturaleza urbano e industrial.
2. Recuperación de especies en riesgo.	
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	No aplica, debido a la naturaleza del proyecto.
B) Aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No aplica, toda vez que el proyecto no requiere de aprovechamiento de recursos forestales. No obstante, por medio de inspecciones programadas y procedimientos operativos, así como la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental, se evitarán afectaciones al medio ambiente.
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.	
8. Valoración de los servicios ambientales.	
C) Protección de los recursos naturales	
12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto se sujeta a la normatividad en materia ambiental con el fin de proteger el ecosistema.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto no emplea agroquímicos o uso de biofertilizantes.
D) Restauración	
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto no afectará ecosistemas forestales ni suelos agrícolas, en su etapa de operación no afecta la actividad agrícola ni su actividad productiva, asimismo cabe señalar que además el proyecto se aloja por derechos de vía existentes, franjas de desarrollo e incluso por terrenos urbanos e industriales. Adicionalmente, por medio de inspecciones programadas y procedimientos operativos, garantiza el cuidado del medio.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	

Estrategias	Vinculación con el proyecto
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No aplica ya que, el proyecto consiste en la distribución de gas natural para el sector doméstico e industrial usuarias del servicio que son alimentadas desde el punto de interconexión proveniente del sistema nacional.
15 Bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
C) Agua y saneamiento	
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No aplica ya que el proyecto consiste en la distribución de gas natural para el sector doméstico e industrial usuarias del servicio que son alimentadas desde el punto de interconexión proveniente del sistema nacional y no se emplea agua en ninguna parte del proceso.
29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.	
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	No aplica, ya que el proyecto consiste en la distribución de gas natural para el sector doméstico e industrial usuarias del servicio que son alimentadas desde el punto de interconexión proveniente del sistema nacional. Sin embargo, el proyecto será un cadyuvante para que el desarrollo de ciudades sean compteitivas y sustentables, gracias a la penetración en la distribución de una energía limpia como lo es el gas natural.
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.	No aplica ya que, el proyecto consiste en la distribución de gas natural para el sector doméstico e industrial usuarias del servicio que son alimentadas desde el punto de interconexión proveniente del sistema nacional. De hecho, el acercamiento a los hogares de gas natural, permitirá integrar zonas marginadas al desarrollo nacional
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	

Estrategias	Vinculación con el proyecto
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.	
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.	El proyecto se sujeta al respeto de los derechos de propiedad rural con base al marco jurídico constitucional. Por medio de los usos del suelo establecidos por los programas de ordenamiento ecológico y desarrollo urbano.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica ya que, el proyecto consiste en la distribución de gas natural para el sector doméstico e industrial usuarias del servicio que son alimentadas desde el punto de interconexión proveniente del sistema nacional.
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.	

De acuerdo con el análisis de la vinculación presentada en la tabla anterior, el proyecto no se contrapone con ninguna de las estrategias sectoriales de la UAB No. 44 Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato, establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

III.2.1.2 Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de San Luis Potosí, SLP (ProMOT-SLP 2050)

El Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de San Luis Potosí, SLP (ProMOT-SLP 2050) se publicó en el Periódico Oficial del Estado de San Luis Potosí, el día 27 de abril de 2021.

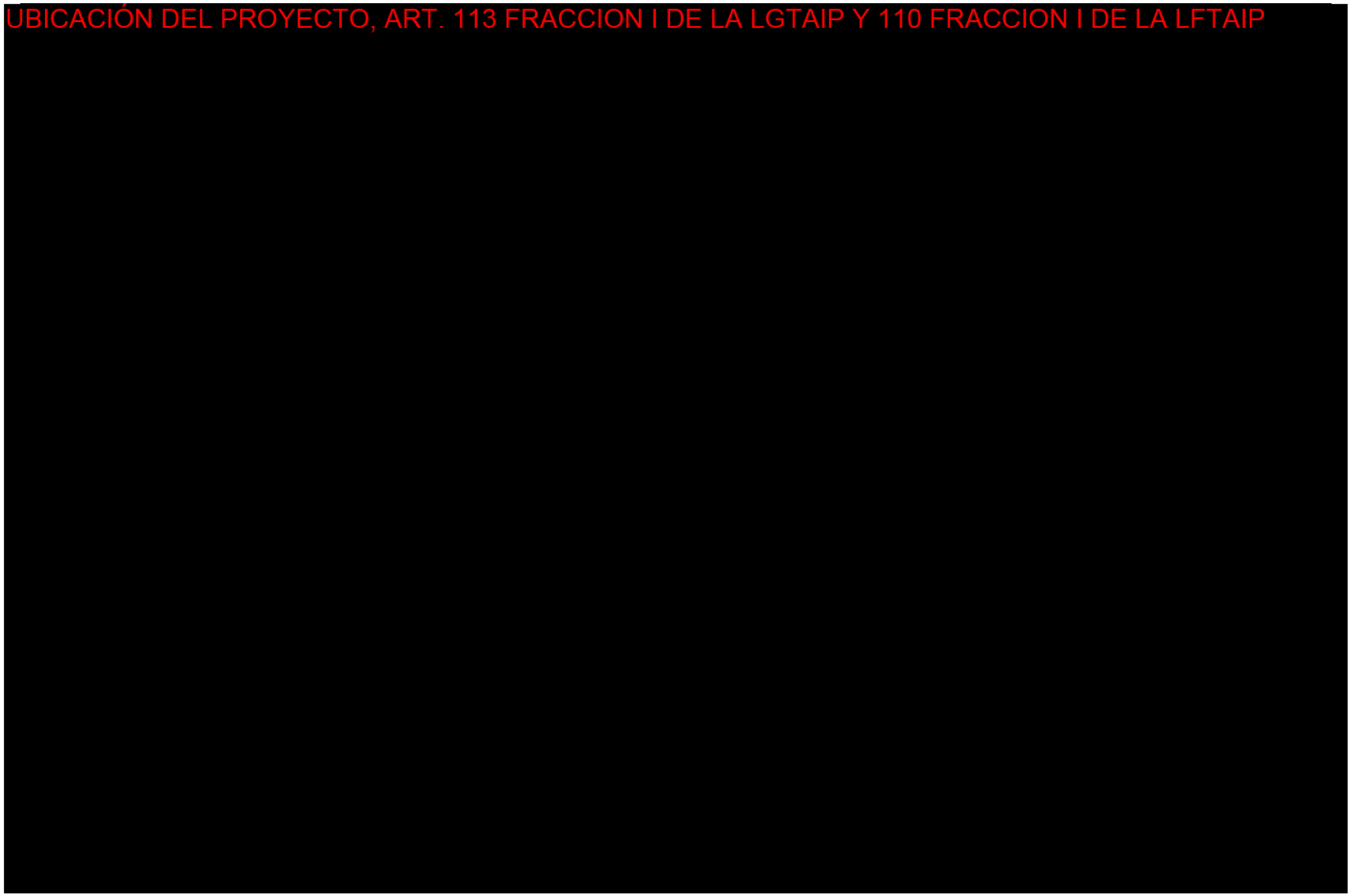
Las Unidades de Gestión Ambiental Territorial (UGAT) constituyen la unidad mínima para la gestión del territorio, cada una representa una porción del territorio municipal a la que se vinculan políticas, lineamientos de uso del suelo y estrategias resultado de la identificación de problemáticas y conflictos ambientales – territoriales, los usos susceptibles a desarrollarse de acuerdo a la aptitud territorial y las directrices urbanas y territoriales a los que deberá sujetarse cada actividad para llevarse a cabo de manera adecuada.

Para fines del presente Programa, el municipio de San Luis Potosí se dividió en 53 UGAT. Sin embargo, las UGAT en las que queda inserto el proyecto son: **18 y 19,** aplicando una serie de la política y criterios para cada UGAT como se muestra en la siguiente tabla:

UGAT	Política teriitorial	Uso de suelo predominante	Modalidades y restricciones de uso de suelo
18	Aprovechamiento industrial	Industrial	Planificación de los usos, densidades e intensidades de ocupación de acuerdo a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de San Luis Potosí.
19	Aprovechamiento industrial	Industrial	Planificación de los usos, densidades e intensidades de ocupación de acuerdo a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de San Luis Potosí.

El proyecto se encuentra dentro de las UGAT 18 y 19 sin embargo se unen a través de los derechos de vías de los caminos y carreteras existentes que se encuentran en los límites de las UGAT 16 y 17.

En la la siguiente figura se muestra la localización del proyecto dentro de las UGAT del Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de San Luis Potosí.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

De acuerdo con el Modelo de Oredenamiento Territorial Sustenable del **ProMOT-SLP 2050,** las modalidades y restricciones de uso de suelo para las UGAT **18 y 19** se harán de acuerdo con lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de San Luis Potosí, correspondiéndole en éste la Zonificación Secundaria - Distrito VIII La Pila, así como la Zonificación Secundaria - Distrito VI Zona Industrial. En ambos Distritos el uso por donde estará el proyecto es considerado como Industrial. En ambas, se encuentra contemplada la existencia del gasoducto y la posibilidad de la distribución de gas natural, por lo que el proyecto es compatible con el **ProMOT-SLP**.

III.3 Planes Municipales de Desarrollo

III.3.1 Plan Municipal de Desarrollo de San Luis Potosí 2040

El Plan Municipal de Desarrollo de San Luis Potosí 2040, tiene como Visión “Ser una ciudad modelo nacional: segura, sin hambre, sin sed y moderna”.

El plan plantea cinco Ejes Estratégicos: Eje 1 San Luis Seguro; Eje 2 San Luis Bienestar, Eje 3 San Luis Sostenible; Eje 4 San Luis Innovador; Eje 5 San Luis Competitivo.

El Eje tres tiene como Objetivo General, Mejorar la calidad de vida de los habitantes a través de gestionar un EFICIENTE crecimiento urbano y suburbano que considere acciones para la mejora del medio ambiente y el desarrollo sostenible de la ciudad. Y contempla nueve Programas.

Si bien este Plan no menciona la actividad de distribución de gas natural, como lo es el proyecto, también es cierto que el Plan Municipal de Desarrollo ha planteado diversas estrategias sobre todo la relativa a la prevención y control de la contaminación y al de reducción de emisiones, que el proyecto bien puede coadyuvar para su éxito.

III.3.2 Plan Municipal de Desarrollo de Villa de Reyes

El PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2021-2024 del Municipio de Villa de Reyes, tiene como Misión “lograr un municipio más justo y con más oportunidades para todos, en un ambiente de tranquilidad, progreso y desarrollo social.” y como Visión el “sea el municipio más próspero e importante, no solo de San Luis Potosí, sino de todo el centro de la República, que genere progreso, oportunidades y un sentido solidario para cada villareyense.”

El plan plantea cinco Ejes: EJE 1: Por las personas y el bienestar de Villa de Reyes; Eje 2: Por la paz, la seguridad y la justicia de Villa de Reyes, Eje 3: Por la economía de Villa de Reyes; Eje 4: Por la sustentabilidad de Villa de Reyes; Eje 5: Por un gobierno responsable para Villa de Reyes.

Si bien este Plan no menciona la actividad de distribución de gas natural, como lo es el proyecto, también es cierto que el Plan Municipal de Desarrollo ha planteado diversas estrategias sobre todo la relativa a la prevención y control de la contaminación, que el proyecto bien puede coadyuvar para su éxito.

III.4 Leyes y Reglamentos Federales

III.4.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)[3] es el instrumento normativo que regula las obras o actividades que deben someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental. A continuación, en la siguiente tabla se muestra la vinculación del proyecto con el instrumento normativo:

Tabla III. 3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
Sección V. Evaluación del Impacto Ambiental	
Art.28.- *"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 … 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* ***Fracción I.-*** *Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos,* ***gasoductos****, carboductos y poliductos… "*	El proyecto por su naturaleza se encuentra en la Fracción I como gasoducto. La LGEEPA tiene aplicación directa con el proyecto puesto que es el instrumento normativo que regula las obras o actividades que deben someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental; sin embargo, remite al reglamento en la materia para identificar las obras o actividades que deben someterse al proceso de impacto ambiental.
Titulo Cuarto. Protección al Ambiente	
Capítulo II. Prevención y control de la Contaminación de la Atmosfera	
Art.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.*	Se cuenta con Plan de mantenimiento, operación, y etapa de abandono, ya que en dichas etapas se requiere del uso de máquinas y vehículos automotores.

[3] Publicado en el DOF última reforma 13-05-2016

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
Capítulo III. Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos	
Art. 117.- *Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:* *I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;* *II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;* *III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;*	El proyecto no generará descargas de agua residual en las etapas de preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, y abandono.
Art. 121.- *No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.*	Por su propia naturaleza, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, y abandono del proyecto no se generá ninguna corriente de aguas residuales.
Capítulo IV. Prevención y Control de la Contaminación del Suelo	
Art. 134.- *Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:* *II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;* *III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;* *V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.*	De acuerdo con el Programa de Manejo Integral de Residuos Peligrosos, se busca controlar, prevenir y reducir la generación de estos. En el apartado de medidas de mitigación se exponen las medidas de prevención y remediación de suelos eventualmente contaminados
Capítulo V. Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas	
Art. 145.- *La Secretaría promoverá que en la determinación de los usos del suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o*	El proyecto se sujeta a los cumplimientos ambientales por tratarse de una actividad altamente riesgosa por la cantidad de

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Vinculación con el proyecto
servicios considerados riesgosos por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente tomándose en consideración: *II. Su proximidad a centros de población, previendo las tendencias de expansión del respectivo asentamiento y la creación de nuevos asentamientos;* *III. Los impactos que tendría* ***un posible evento extraordinario de la industria, comercio o servicio de que se trate****, sobre los centros de población y sobre los recursos naturales;*	distribución de gas natural a usuarios finales, como es la presentación de un Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 0 Ductos Terrestres, que acompaña a la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
Capítulo VI Materiales y Residuos Peligrosos	
Art. 150.- *Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.*	El proyecto en su desarrollo generará algunos residuos peligrosos los cuales se derivan principalmente del mantenimiento como lo son trapos sucios, estopas o envases que puedan contener aceites o lubricantes, dichos residuos se disponen de acuerdo al instructivo interno "Medioambiente PR-01-IN01-Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.

Respecto al análisis del proyecto y lo estipulado en la LGEEPA, este se apega por dicho instrumento jurídico y demás regulaciones y políticas en materia ambiental en su etapa de Operación, Mantenimiento y Abandono.

III.4.2 Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA.

El Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)[4] es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la LGEEPA, en materia de evaluación del impacto ambiental.

El REIA considera a las Actividades del Sector Hidrocarburos como tal en el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

El proyecto se encuentra en los supuestos de los siguientes artículos:

[4] Publicado en el DOF última reforma 31-10-2014

Tabla III. 4 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	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:* *Inciso 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."*	El proyecto se ajusta al inciso *c) gasoducto distribución o transporte por ductos de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas*, motivo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o ***II.*** II. Particular.	*La Manifestación de Impacto Ambiental se presenta en la modalidad Regional, de conformidad con la fracción I.*
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	*La Manifestación de Impacto Ambiental se presenta en la modalidad Regional por ajustarse a las fracciones III y IV* *. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y* *IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales*
Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:	*Se cumple con todos los supuestos de este artículo, por lo siguiente:*

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Vinculación con el proyecto
I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo	*I. Se presenta la manifestación de impacto ambiental* *II. Se incluye el resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental; así como la información en medio eléctronico.* *III. El pago de derechos correspondiente y* *La presentación del Estudio de Riesgo Ambiental.*
Artículo 18.- El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información: I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto; II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.	*El estudio de Riesgo Ambiental, cumple con el análisis e identificación de escenarios, medidas preventivas, la descripción de las zonas de protección; así como con las medidas de seguridad en materia ambiental.*

III.4.3 Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera.

El Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera[5], rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la LGEEPA, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, se establece en el siguiente artículo a los subsectores que están sujetos a ser considerados como generadores de fuentes fijas. El proyecto se vincula con los siguientes artículos:

Tabla III. 5 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera	Vinculación con el proyecto
***Artículo 17 BIS**. Para los efectos del presente Reglamento, se consideran subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales señalados en el artículo 111 Bis de la Ley, como fuentes fijas de jurisdicción Federal los siguientes:* *A) Actividades del sector hidrocarburos:*	Como ya se mencionó el proyecto es una fuente fija de jurisdicción federal, ya que se trata de actividades mencionada en la fracción VI.

[5] Publicado en el DOF Última Reforma 31-10-2014

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera	Vinculación con el proyecto
VI.- Transportación de gas natural y otros tipos de gases por ductos; incluye operación de las instalaciones; incluye la distribución de gas por ducto a consumidores.	
Artículo 28.- *Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen* ***por fuentes móviles****, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.*	Dentro de los contaminantes criterio determinado por la Secretaría de Salud, no se encuentra el gas metano, ni ninguna sustancia que conforma el gas natural.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se emplean vehículos automotores así que se presenta partículas y gases de combustión; por otro lado, las liberaciones accidentales y por mantenimiento asociadas a la purga del mismo sistema de distribución y en caso de abandono se presenta principalmente Metano y cantidades pequeñas de mercaptanos presentes en el gas natural en las concentraciones que establece la NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural[6]

Por lo que, el proyecto, al ser parte del subsector de fuentes fijas y el implemento de fuentes móviles en la etapa de operación y mantenimiento se sujetan a cumplir con las normatividades ambientales en materia de prevención y control de la contaminación de la atmosfera.

III.4.4 Reglamento para la Prevención y control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruidos.

En el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruidos[7], de observancia general en toda la República y tiene por objeto proveer, administrativamente, en la LGEEPA la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos provenientes de fuentes artificiales.

Para el caso del proyecto, se consideran los siguientes artículos en materia de prevención y control de emisión de ruidos:

[6] La NOM-001-SECRE-2010, tiene como finalidad establecer las especificaciones que debe cumplir el gas natural que se maneje en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, para preservar la seguridad de las personas, medio ambiente e instalaciones de los permisionarios y de los usuarios.
[7] Publicado en el DOF Última Reforma 02-01-1976

Tabla III. 6 Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruidos	Vinculación con el proyecto
Artículo 35.- *Queda prohibida la circulación en áreas habitacionales, de vehículos con escape abierto y de los que produzcan ruidos por el arrastre de piezas metálicas o por la carga que transportan*	El proyecto emplea automóviles, los cuales transitan por áreas establecidas como carreteras y calles y no generan ruidos fuera de límites establecidos en las normas ambientales aplicables.
Artículo 37*.- Se prohíbe la emisión de ruidos por el uso de cualquier dispositivo sonoro como campana, bocina, timbre, silbato o sirena instalado en vehículos automotores, de las veintidós a las seis horas del día, o bien cuando circulen en zonas de restricción, o a velocidad inferior a veinte kilómetros por hora, o estén parados, salvo en casos de emergencia.* *Quedan exceptuados de esta disposición los vehículos de bomberos y policía, así como las ambulancias, que realicen servicios de urgencia."*	

Por lo que los vehículos y dispositivos empleados en la etapa de operación y mantenimiento se regulan de tal forma que no se afecte a la población cercana y fauna presente.

III.4.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable[8], entre sus objetivos se encuentra el desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales, es por ello que para los criterios de obligación a los que se sujeta el proyecto se presenta la siguiente tabla:

Tabla III. 7 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Vinculación con el proyecto
Art. 32*. Son criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola, los siguientes:* *V. La protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos forestales a fin de evitar la erosión o degradación del suelo;*	No aplica, ya que el proyecto no está vinculado al aprovechamiento de recursos forestales, ni implica remoción de la vegetación forestal.
Art. 33*. Son criterios obligatorios de política forestal de carácter económico, los siguientes:* *XV. La realización de las obras o actividades públicas o privadas que por ellas mismas puedan provocar deterioro severo de los recursos forestales, debe incluir acciones equivalentes de regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos.*	

[8] Publicado en el DOF el 05-06-2018

En el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable[9], tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 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. Es de ello que el proyecto se sujeta a la aplicación de dicho Reglamento por medio del Sector de Hidrocarburos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. 8 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Vinculación con el proyecto
***Art. 120**. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría…* *El derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo, con motivo de las Actividades del **Sector Hidrocarburos** en terrenos forestales, se podrá acreditar con la documentación que establezcan las disposiciones aplicables en las materias de dicho sector* *La Secretaría, por conducto de la Agencia, resolverá las solicitudes de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la realización de cualquiera de **las Actividades del Sector Hidrocarburos**, en los términos previstos en el presente capítulo.*	No aplica ya que el proyecto no está vinculado al aprovechamiento de recursos forestales, ni implica remoción de la vegetación forestal, ni de cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Una vez analizado el instrumento jurídico, se determina que el proyecto cumple con los convenios establecidos para la actividad de distribución de gas natural, ya que no se encuentra vegetación de importancia ecológica presentes en el sitio, al ser zonas urbanas e industriales, por lo que se sujeta a los criterios de obligación en la protección del ambiente y los recursos forestales, en su etapa de operación y mantenimiento.

III.4.6 Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento

La Ley General de Vida Silvestre[10], establece 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. El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo.

[9] Publicado en el DOF Última Reforma 31-10-2014
[10] Publicado en el DOF Última Reforma 13-05-2016

Sin embargo, el proyecto no se sitúa en ningún hábitat crítico, como se demuestra más adelante del presente documento

El Reglamento de Ley General de Vida Silvestre[11], atiende de manera específica a la protección de fauna que se puede situar en las zonas donde se pretende la realización de obras o actividades, por la naturaleza del proyecto se vincula de la siguiente manera:

Tabla III. 9 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre	Vinculación con el proyecto
Art. 79. *Para la atención de los asuntos relativos al manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, la Secretaría podrá establecer por sí misma o autorizar, a solicitud de los interesados, las medidas correspondientes en los predios, zonas o regiones en los cuales se requiera una solución con el fin de evitar o minimizar efectos negativos para el ambiente, otras especies o la población humana.*	El proyecto en su Estudio de Riesgo Ambiental en el apartado de análisis de consecuencias concluye que no se verá afectada alguna población de vida silvestre ya que no existe población aledaña al trazo de los gasoductos. Sin embargo, se cuenta con un Programa para la atención de emergencias, Operación y Mantenimiento

De acuerdo con lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento el proyecto se sujeta a realizar medidas de prevención y mitigación, sin identificar eventos que pudiesen afectar a la fauna silvestre y localidades cercanas al área de este.

III.4.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos[12], implica en sus disposiciones aplicables para el orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las medidas necesarias para poder llevar a cabo dichos objetivos. Siendo que el proyecto se vincula en las siguientes disposiciones:

[11] Publicado en el DOF Última Reforma 09-05-2014
[12] Publicado en el DOF Última Reforma 22-05-2015

Tabla III. 10 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación con el proyecto
Capitulo II Título Quinto. Generación de Residuos Peligrosos	
Art. 48 *Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.*	En virtud de tratarse de un microgenerador el proyecto está obligada a registrarse ante las autoridades competentes y se ajustará a lo establecido a este artículo y disposiciones en materia ambiental.

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos[13], rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, siendo de ello la vinculación con el proyecto como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. 11 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación con el proyecto
Título Primero. Disposiciones Preliminares	
Art. 42.- *Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:* *I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;* *II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y* *III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.*	El proyecto generará residuos peligrosos los cuales se derivan principalmente del mantenimiento como lo son trapos sucios, estopas o envases que puedan contener aceites o lubricantes, dichos residuos se disponen por medio del Procedimiento del Sistema Integral de Gestión, en el tema del Manejo Integral de Residuos Peligrosos para evitar una fuente de contaminación. Dada la reducida tasa de generación de residuos peligrosos prevista, en el proyecto se generará menos de 400 kg, y se califica como **microgenerador**.

[13] Publicado en el DOF el 30-11-2006

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Vinculación con el proyecto
Título Primero. Disposiciones Preliminares	
Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.	

En la realización del análisis de concordancia con el proyecto y lo estipulado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, se concluye que, el proyecto se sujeta y cumple con los preceptos contenidos mediante el Procedimiento de Residuos siendo de ello la vinculación de las dos tablas anteriores.

III.4.8 Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático[14], establece las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Entre sus principales objetos se destaca reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno promoviendo a una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

Es por ello que México ha tenido un gran interés en dar cumplimiento a los compromisos y acciones derivadas de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) a la que se ha suscrito desde hace más de 20 años y cumple con lo establecido en este y otros instrumentos en materia de cambio climático, entre los que destacan el Protocolo de Kyoto (Naciones Unidas 1998) de la citada Convención. Por lo que el proyecto se vincula en la siguiente tabla.

Tabla III. 12 Ley General de Cambio Climático.

Ley General de Cambio Climático	Vinculación con el proyecto
Capítulo Único. De la federación, las entidades federativas y los municipios	
Art. 7o. *Son atribuciones de la federación las siguientes:* ***VI.*** *Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con esta Ley, los tratados internacionales aprobados y demás*	El proyecto se sujeta a los planes y estrategias de acción a nivel Federal ante el Cambio Climático por medio de acciones que involucren mitigación a impactos al ambiente. Por medio de los programas de operación, programas de mantenimiento y con

[14] Publicado en el DOF Última Reforma 01-06-2016

Ley General de Cambio Climático	Vinculación con el proyecto
disposiciones jurídicas aplicables, en las materias siguientes: ***a)*** *Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres y acuáticos, y los recursos hídricos…*	ello se busca no afectar a los recursos naturales característicos del sitio.
Art. 8o. *Corresponde a las entidades federativas las siguientes atribuciones:* *I. Formular, conducir y evaluar la política estatal en materia de cambio climático en concordancia con la política nacional;* *II. Formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la Estrategia Nacional y el Programa en las materias siguientes:* *a) Preservación, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos hídricos de su competencia;* *f) Ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano de los centros de población en coordinación con sus municipios o delegaciones;*	El proyecto se sujeta a las políticas estatales, por medio de los ordenamientos territoriales y desarrollo urbano con el fin de regular la actividad y con ello preservar el ecosistema presente del sitio.
Art. 9o. *Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones:* *I. Formular, conducir y evaluar la política municipal en materia de cambio climático en concordancia con la política nacional y estatal;* *II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias:* ***c)*** *Recursos naturales y protección al ambiente de su competencia…*	El proyecto se sujeta a las políticas municipales en materia ambiental mediante los programas de operación, programas de mantenimiento, así como el procedimiento de residuos, todo ello para el cumplimiento y protección al ambiente.
Título cuarto. Política nacional de cambio climático	
Art. 29. *Se considerarán acciones de adaptación:* *VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura;* *XVIII.* ***La infraestructura estratégica*** *en materia de abasto de agua, servicios de salud y* ***producción y abasto de energéticos****.*	El proyecto se sujeta en líneas de acción para la adaptación al cambio climático mediante medidas de mitigación hacia el medio por medio de los programas de operación, programas de mantenimiento y el procedimiento de residuos. El proyecto facilitará el abasto de energéticos, implicando la sustitución de gas L.P. por gas natural, el cual emite menos gases de efecto invernadero.
Art. 30. *Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a las disposiciones siguientes:*	El proyecto no incidirá en zonas de riesgo mayor por el cambio climático, así como tampoco en islas, costas, deltas de ríos, áreas naturales protegidas, ni corredores biológicos. El proyecto por su categoría como actividad

Ley General de Cambio Climático	Vinculación con el proyecto
I. Elaborar y publicar los atlas de riesgo que consideren los escenarios de vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático, atendiendo de manera preferencial a la población más vulnerable y a las zonas de mayor riesgo, así como a las islas, zonas costeras y deltas de ríos; *IV. Establecer planes de protección y contingencia ambientales en zonas de alta vulnerabilidad, áreas naturales protegidas y corredores biológicos ante eventos meteorológicos extremos;* *XXIII. Realizar diagnósticos de vulnerabilidad en el sector energético y desarrollar los programas y estrategias integrales de adaptación.*	altamente riesgosa, a través de Estudio de Riesgo Ambiental desarrolla el Plan de respuesta a emergencias y a su vez cuenta con los programas de mantenimiento y operación.
Capítulo III. Mitigación	
Artículo 33. *Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:* *I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;* *II. Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo- eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico;* *VIII. Reducir la quema y venteo de gas para disminuir las pérdidas en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución y garantizar al máximo el aprovechamiento del gas en instalaciones industriales, petroleras,* ***gaseras*** *y de refinación.*	El proyecto implica la sustitución de gas L.P. por gas natural, el cual emite menos gases de efecto invernadero Además, se sujeta a las políticas públicas en promover la protección del ambiente, por medio de Programas de Mantenimiento y Operación.

La problemática relacionada con el incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, producto de las actividades humanas relacionadas con la quema de combustibles y el cambio de uso de suelo, así como los cambios de clima y los fenómenos de carácter hidrometeorológico, ha tenido serias consecuencias a nivel mundial y nacional.

Es por ello que México ha tenido un gran interés en dar cumplimiento a los compromisos y acciones derivadas de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) a la que se ha suscrito desde hace más de 20 años y cumple con lo establecido en este y otros instrumentos en materia de cambio climático, entre los que destacan el Protocolo de Kyoto (Naciones Unidas 1998) de la citada Convención.

Las disposiciones de esta Nueva Ley tendrán un efecto fundamental en la prevención de riesgos y en el uso adecuado de los recursos naturales, tanto en zonas de gran riqueza natural como las que nos ocupa en el proyecto

Se irá sentando el precedente y la aplicación de la Política Nacional en Cambio Climático que brinde el desarrollo de instrumentos y herramientas de adaptación y mitigación a los efectos en proyectos estratégicos como el que nos ocupa y sentará las bases para el logro de medidas preventivas.

Las disposiciones establecidas por la Ley General de Cambio Climático de manera motivada y fundamentada se considera la prevención de riesgos y el uso adecuado de los recursos naturales, tanto en zonas de gran riqueza natural como las ya impactadas por acciones antropogénicas como las que nos ocupa en el proyecto.

En este sentido, el proyecto es un coadyuvante pues al implicar la sustitución de gas L.P en suministros domésticos e industriales, por gas natural, favorece a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

III.4.9 Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

La Ley de Aguas Nacionales[15], establece en todo el territorio nacional su carácter de interés social y orden público la regulación la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable, en el proyecto de manera puntual se contemplan los siguientes artículos en la siguiente tabla:

Tabla III. 13 Ley de Aguas Nacionales.

Ley de Aguas Nacionales	Vinculación con el proyecto
Título primero. Disposiciones preliminares. Capítulo único	
Art. 2. *Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.*	El proyecto durante sus diferentes etapas no hace uso de aguas nacionales ni descargas.

En relación con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, se establecen las disposiciones a regular con respecto al proyecto con los artículos que se presentan en la tabla siguiente:

[15] Publicado en el DOF Última Reforma 24-03-2016

Tabla III. 14 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Reglamento de Ley de Aguas Nacionales	Vinculación con el proyecto
***Art. 135**. Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán:* ***I**. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento;* ***II.** Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga* *correspondiente;* ***III**. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales;* ***IV**. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y os accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;* ***V**. Informar a "La Comisión" de cualquier cambio en sus procesos, cuando con ello se ocasionen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales que hubieran servido para expedir el permiso de descarga correspondiente;* ***VI.** Hacer del conocimiento de "La Comisión", los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que vienen operando, y que no estuvieran considerados originalmente en las condiciones particulares de descarga que se les hubieran fijado;* ***VII**. Operar y mantener por sí o por terceros las obras e instalaciones necesarias para el manejo y, en su caso, el tratamiento de las aguas residuales, así como para asegurar el control de la calidad de dichas aguas antes de su descarga a cuerpos receptores;* ***VIII**. Sujetarse a la vigilancia y fiscalización que para el control y prevención de la calidad del agua establezca "La Comisión", de conformidad con lo dispuesto en la "Ley" y el "Reglamento";* ***IX**. Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de ley y demás disposiciones reglamentarias;*	El proyecto por su naturaleza no genera aguas residuales.

El proyecto en su desarrollo, abarcando las diferentes etapas, no se presentarán afectaciones de tal magnitud que pudiesen contaminar cuerpos de agua de cualquier índole, sin embargo, por medio de buenas prácticas se pretende la prevención de contaminación del medio.

III.4.10 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental[16], 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, se presenta la vinculación al proyecto en la siguiente tabla:

Tabla III. 15 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	Vinculación con el proyecto
Capítulo Segundo. Obligaciones derivadas de los daños ocasionados al ambiente	
Art. 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.*	El proyecto en caso de algún evento por el manejo y cantidad de gas natural que es y será distribuido, se sujeta a la obligación de realizar las acciones necesarias y resarcir los daños; no obstante, la empresa implementa medidias para prevenir emergencias, al grado que cuenta con años de experiencia en la distribución de gas natural, sin haber generado daño ambiental, además, el proyecto se acompaña de un Estudio de Riesgo Ambiental, por lo que se conocen los riesgos asociados como lo es el presentar el Estudio de Riesgo Ambiental.
Art. 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****…* *III.* ***La realización de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas****…*	El proyecto se sujeta a la responsabilidad ambiental por daños que pudiesen ocasionarse por eventos que pudiesen presentarse en la zona, por medio de seguros de responsabilidad civil y el plan de respuesta a emergencias.
Art. 13.- *La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, 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.*	El proyecto cuenta con un Seguro de Responsabilidad Civil (Anexo II.3.) el cual cubre riesgos ambientales a consecuencia de un evento accidental, súbito e imprevisto, en los términos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley de Responsabilidad Ambiental, y específicamente los daños y eventos ambientales, que incluso pudieran causar un daño material o lesión corporal a terceros en términos de Responsabilidad Civil y las actividades consideradas en la Manifestación de Impacto Ambiental y Estudio de Riesgo.

[16] Publicado en el DOF 07-06-2013

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	Vinculación con el proyecto
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.*	

El proyecto contempla el cumplimiento de las normas oficiales y en el caso excepcional que se presente un daño ambiental se procederá a su reparación en los términos que marca la ley.

III.4.11 Ley de Hidrocarburos

La Ley de Hidrocarburos (LH)[17] en su Artículo 2 establece que:

> *"regula las actividades en el territorio Nacional:*
>
> *III. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al Público de* ***Gas Natural****… "*

De acuerdo con el Artículo 129 del Capítulo VII en tema de la Seguridad Industrial y la Protección al Medio Ambiente, dice:

> *"Corresponde a la* ***Agencia***[18] *emitir la regulación y la normatividad aplicable en materia de seguridad industrial y operativa, así como de protección al medio ambiente en la industria de hidrocarburos, a fin de promover, aprovechar y desarrollar de manera sustentable las actividades de la industria de Hidrocarburos.*
>
> *La Agencia deberá aportar los elementos técnicos para el diseño y la definición de la política pública en materia energética, de protección al medio ambiente y recursos naturales, así como para la formulación de los programas sectoriales en la materia, que se relacionen con su objeto."*

El proyecto es regulado en materia de energía por la CRE, y a su vez se sujeta a las políticas establecidas en materia ambiental para el cumplimiento, regularización y seguridad en términos ambientales y energéticos correspondientes.

[17] Publicado en el DOF 11-08-2014

[18] Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos

III.4.12. Ley de la Comisión Reguladora de Energía

La Comisión Reguladora de Energía (CRE) es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía (SENER), por lo que entre sus facultades se desarrolló la Ley de la Comisión Reguladora de energía[19], según lo estipulado en el Artículo 2 sus objetivos corresponden al desarrollo eficiente de las siguientes actividades:

"Fracción V. Las ventas de primera mano del gas, del combustóleo y de los petroquímicos básicos. Por venta de primera mano se entenderá la primera enajenación que Petróleos Mexicanos y sus subsidiarios realicen en territorio nacional a un tercero y para los efectos de esta Ley se asimilarán a éstas las que realicen a terceros las personas morales que aquellos controlen;

Fracción VI. El transporte y distribución de gas, de los productos que se obtengan de la refinación del petróleo y de los petroquímicos básicos, que se realice por medio de ductos, así como los sistemas de almacenamiento que se encuentran directamente vinculados a los sistemas de transporte o distribución por ducto, o que forman parte integral de las terminales de importación o distribución, de dichos productos;

En el cumplimiento de su objeto, la Comisión contribuirá a salvaguardar la prestación de los servicios públicos, fomentará una sana competencia, protegerá los intereses de los usuarios, propiciará una adecuada cobertura nacional y atenderá a la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y la prestación de los servicios"

En su Artículo 3° se establecen los cumplimientos y las atribuciones que tiene la CRE:

"VII. Aprobar y expedir los términos y condiciones a que deberán sujetarse las ventas de primera mano del combustóleo, del gas y de los petroquímicos básicos, así como las metodologías para la determinación de sus precios, salvo que existan condiciones de competencia efectiva a juicio de la Comisión Federal de Competencia, o que sean establecidos por el Ejecutivo Federal mediante Acuerdo

VIII. Aprobar y expedir los términos y condiciones a que deberá sujetarse la prestación de los servicios de transporte, almacenamiento y distribución, a que se refieren las fracciones VI y VII del artículo 2 de esta Ley;"

Por otra parte, la CRE es el encargado de otorgar los permisos necesarios para la prestación de los servicios por transporte, distribución y almacenamiento de gas natural como lo indica en el siguiente artículo:

"Art. 10.- El otorgamiento de permisos para la prestación de los servicios de transporte, distribución y almacenamiento, a que se refieren las fracciones VI y VII del artículo 2 de esta Ley, implicará la declaratoria de utilidad pública para el tendido de los ductos y construcciones en predios de propiedad pública, social y privada, de conformidad con el trazado aprobado por la Comisión en coordinación con las demás autoridades competentes.

[19] Publicado en el DOF Última Reforma 28-11-2008

La Comisión promoverá los actos jurídicos que se requieran para el tendido de los ductos"

Se cuenta con el título de permiso dado a Tractebel DGJ, S.A. de C.V. con No. G/20272/DIS/2017 de fecha 03 de agosto de 2017 y resolutivo No. RES/1652/2017 otorgado por la CRE.

III.4.13. Ley de La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y su Reglamento

Ley de La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos [20] indica en su Artículo 1º que:

"La Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de:

I. La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;

II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y

III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes."

En el Artículo 3° establece las actividades consideradas en el sector Hidrocarburos como:

"XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

a. El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos;

b. El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo;

c. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como ***el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural****;*

d. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo;

e. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos, y

f. El transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo;"

En el Artículo 5º indica que la Agencia tendrá las siguientes atribuciones:

"Fracción 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…"

[20] Publicado en el DOF 11-08-2014

A su vez en el Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos[21] en su Artículo 14° establece que:

> *"La Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial, será competente en las siguientes actividades del Sector: la distribución y expendio al público de* ***gas natural*** *y tendrá las siguientes atribuciones:*
>
> ***V.*** *Implementar en las Direcciones Generales …la expedición, modificación, suspensión, revocación o anulación, total o parcial, de los permisos, licencias y autorizaciones para el establecimiento y operación de la distribución y expendio al público de gas natural, gas licuado de petróleo o petrolíferos, en materia de:*
>
> ***Inciso E)*** *La evaluación de impacto ambiental de obras y actividades del Sector, incluidos los estudios de riesgo que se integren a las manifestaciones correspondientes…"*

Por lo que el proyecto se sujetará a las disposiciones ambientales y seguimientos requeridos que sean emitidos por la Autoridad correspondiente para dar cumplimiento a la seguridad industrial y protección al medio ambiente mediante la Manifestación de Impacto Ambiental que se presenta.

III.4.14 Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos.

En el Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos[22], 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, siendo que para el proyecto aplican los siguientes artículos:

[21] Publicado en el DOF 31-10-2014
[22] Publicado en el DOF el 31-10-2014

Tabla III. 16 Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos

Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos	Vinculación con el proyecto
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.	El proyecto cuenta con un Seguro de Responsabilidad Civil vigente, el cual cubre riesgos ambientales a consecuencia de un evento accidental, súbito e imprevisto, en los términos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley de Responsabilidad Ambiental, y específicamente los daños y eventos ambientales, que incluso pudieran causar un daño material o lesión corporal a terceros en términos de Responsabilidad Civil y las actividades consideradas en la Manifestación de Impacto Ambiental y Estudio de Riesgo.

III.5 Normas Oficiales Mexicanas

III.5.1. Normas Aplicables al proyecto

III.5.1.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental

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.

NOM-045-SEMARNAT-2006 Niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial NOM-052-SEMARNAT-2005.

NOM-138-SEMARNAT/SSAI-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

III.5.1.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Energía

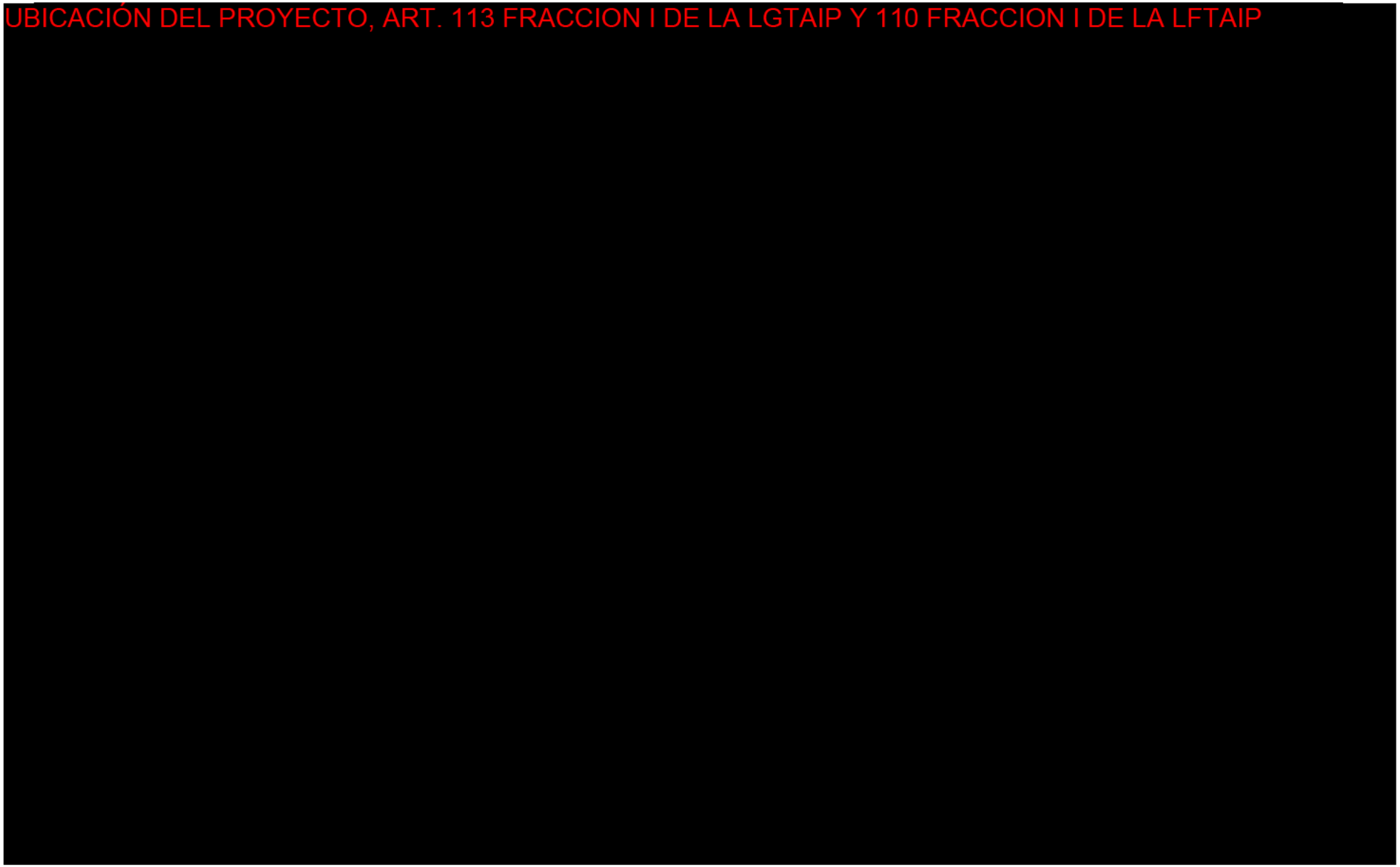
NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-2003, Calidad del gas natural y la NOM-EM-002-SECRE-2009, Calidad del gas natural durante el periodo de emergencia severa).

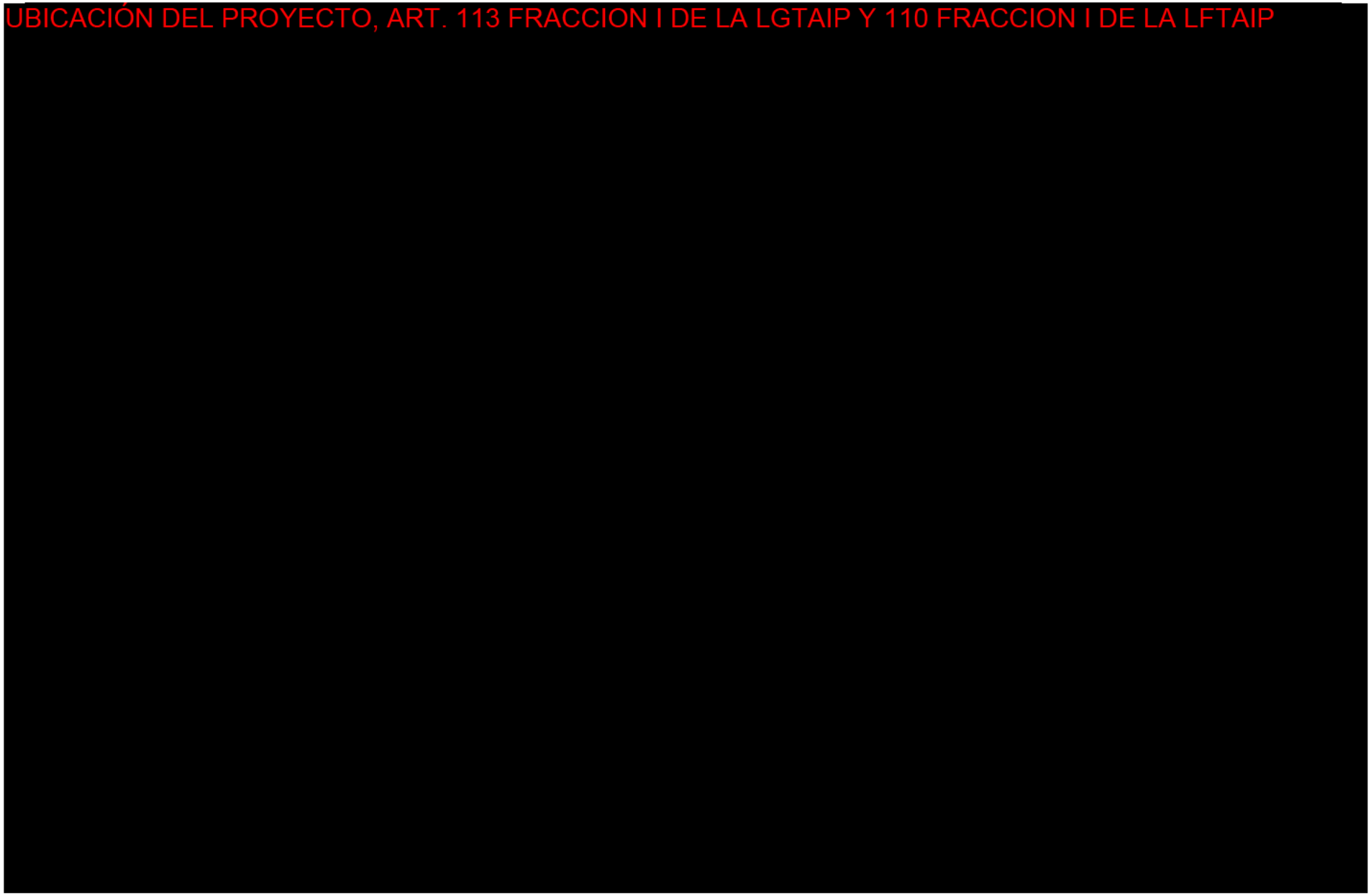
NOM-003-ASEA-2016, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos. (Que cancela y sustituye la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2011, Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por ductos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de mayo de 2013).

El proyecto se ajustará a los límites y lineamientos establecidos en las normas indicadas según sea necesario dadas las condiciones de operación, mantenimiento y abandono del proyecto y las que indique la resolución a esta Manifestación de Impacto Ambiental.

III.6 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP Federal, tampoco colinda con ninguna ANP de carácter federal, ni estatal o municipal como se muestra en la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

III.7 Conclusiones

Derivado de lo comentado en los apartados de este Capítulo, se concluye que:

- El proyecto no contraviene ningún instrumento jurídico, lo cual quedó demostrado en la vinculación realizada a los Programa de Ordenamiento Ecológico aplicables, las Normas Oficiales Mexicanas, las Leyes y Reglamentos en materia ambiental aplicables.
- Con respecto a los ordenamientos ecológicos se retoma lo siguiente:
  - ✓ El Proyecto se ajusta a las Estrategias contempladas en los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio vinculados al proyecto; asimismo, no se contrapone con ninguno de los criterios señalados en dichos programas.
- El proyecto no incide en Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, Estatal o Municipal.
- El proyecto contribuye a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero al favorecer la sustitución de gas L.P. por gas natural.

Por lo que no existe impedimento jurídico para su realización.

ÍNDICE GENERAL

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 1
IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 1
IV.1.1 Consideraciones previas 1
IV.1.1.1 Ubicación geográfica del predio del proyecto 2
IV.1.1.2 Criterios para la delimitación del sistema ambiental regional (SAR) 4
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional 9
IV.2.1 Regiones de interés ambiental 9
IV.2.1.1 Áreas naturales protegidas (ANP's) 9
IV.2.1.1.1 Áreas naturales protegidas federales 10
IV.2.1.1.2 Áreas naturales protegidas estatales 14
IV.2.1.2 Regiones prioritarias 17
IV.2.1.2.1 Regiones terrestres prioritarias (RTP) 17
IV.2.1.2.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) 20
IV.2.1.2.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) 22
IV.2.1.2.4 Sitios RAMSAR 24
IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR 26
IV.3.1 Medio Abiótico 26
IV.3.1.1 Clima 26
IV.3.1.1.1 Clasificación climática 26
IV.3.1.1.2 Temperaturas máximas y mínimas 37
IV.3.1.1.3 Evaporación 38
IV.3.1.1.4 Precipitación y días con lluvias al año 38
IV.3.1.1.5 Granizadas 39
IV.3.1.1.6 Ciclones tropicales 40
IV.3.1.1.7 Inundaciones 44
IV.3.1.1.8 Heladas 51
IV.3.1.2 Aire 52
IV.3.1.3 Ambiente sonoro 62
IV.3.1.4 Fisiografía, Geología y geomorfología 68
IV.3.1.4.1 Fisiografía 68
IV.3.1.4.2 Geología 76

IV.3.1.4.3 Sismicidad 79
IV.3.1.4.4 Suelos 89
IV.3.1.4.4.1 Identificación de los tipos de suelo presentes a nivel del SAR del proyecto 89
IV.3.1.4.4.2 Degradación y grado de erosión del suelo 93
IV.3.1.4.5 Hidrología 100
IV.3.1.4.5.1 Calidad de agua superficial 106
IV.3.1.4.6 Hidrología subterránea 111
IV.3.1.4.6.1 Calidad del agua 115
IV.3.2 Medio biótico 124
IV.3.2.1 Vegetación terrestre detectada en el SAR 124
IV.3.2.1.1 Usos de suelo del SAR 128
IV.3.2.1.2 Tipos de vegetación 131
IV.3.2.1.3 Flora silvestre detectada en el SAR 135
IV.3.2.1.4 Especies en categoría de riesgo y exóticas invasivas 144
IV.3.2.2 Fauna silvestre 145
IV.3.3 Medio socioeconómico 153
IV.3.3.1 Descripción territorial 153
IV.3.3.2 Población 154
IV.3.3.3 Localidades indígenas 157
IV.3.3.4 Dinámica poblacional 160
IV.3.3.5 Variables de la dinámica poblacional 162
IV.3.3.5.1 Fecundidad 162
IV.3.3.5.2 Migración 164
IV.3.3.6 Economía regional 168
IV.3.3.6.1 Comportamiento del Producto Interno Bruto 168
IV.3.3.6.2 Participación de las remesas en la economía 173
IV.3.3.7 Educación 178
IV.3.3.8 Salud 181
IV.3.3.9 Evaluación del bienestar 189
IV.4 Diagnóstico ambiental 193
IV.4.1 Paisaje 193
IV.4.2 Fragilidad ambiental 198
IV.4.3 Diagnóstico ambiental general 205

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Listado de áreas naturales protegidas federales ubicadas en el estado de San Luis Potosí, más la que comparte con los estados vecinos[§]. 10
Tabla IV.2. Listado de áreas naturales protegidas de carácter estatal en el estado de San Luis Potosí[§]. 14
Tabla IV.3. Estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima del SAR del proyecto. 28
Tabla IV.4. Clasificación climática en el sistema ambiental regional del proyecto tomando en cuenta la base de datos de las estaciones meteorológicas seleccionadas. 35
Tabla IV.5. Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización climática del proyecto. 37
Tabla IV.6. Presencia de heladas por mes en la zona conurbada de San Luis Potosí[§]. 51
Tabla IV.7. Normas oficiales mexicanas actualmente vigentes que definen los estándares máximos para el monitoreo de la calidad del aire a nivel nacional. 53
Tabla IV.8. Estaciones de monitoreo de la calidad del aire del sistema de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbada y los contaminantes criterio monitoreados. 58
Tabla IV.9. Concentración máxima registrada de contaminantes criterio en las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí en el año 2018[§]. 58
Tabla IV.10. Inventario de emisiones de contaminantes criterio en los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez en el año 2016[§]. 61
Tabla IV.12. Criterios potenciales de la emisión e intensidad de ruido para realizar evaluaciones de impacto ambiental según la clase de fauna silvestre[§]. 66
Tabla IV.13. Valores máximos permisibles de ruido de fondo establecidos en el acuerdo de modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. 67
Tabla IV.14. Tipos de unidades geomorfométricas determinadas para México con base a la densidad de curvas de nivel por unidad de área[§]. 74
Tabla IV.15. Número de sismos, clasificados por magnitud, presentes en México de 1990 a 2021 de acuerdo con la base de datos del Servicio Sismológico Nacional[§]. 80
Tabla IV.18. Superficie de suelo degradada por procesos físicos, químicos, eólicos e hídricos a nivel nacional y estatal para el año 2002[§]. 97
Tabla IV.19. Tipos de degradación, y superficie de afectación, que se encuentran afectando la superficie del polígono del SAR definido para el proyecto. 98
Tabla IV.20. Identificación y ubicación de los sitios de muestreo y seguimiento de la calidad del agua superficial en los municipios inmersos en el SAR[§]. 109
Tabla IV.21. Resultado de los monitoreos de la calidad del agua superficial reportados por la CONAGUA en los sitios seleccionados para caracterizar el componente en el SAR del proyecto[§]. 110
Tabla IV.22. Identificación y ubicación de los sitios de muestreo y seguimiento de la calidad del agua subterránea en los municipios y acuíferos inmersos en el SAR[§]. 115
Tabla IV.23. Resultado de los monitoreos de la calidad del agua subterránea reportados por la CONAGUA en los sitios seleccionados para caracterizar el componente en el SAR del proyecto. 119
Tabla IV.24. Cobertura de los diferentes usos de suelo y vegetación identificados en el polígono del SAR del proyecto con base en la serie VII del INEGI publicada en el 2021. 124

Tabla IV.25. Lista de especies de flora silvestre y ornamentales identificadas en el SAR en el cual se inserta el proyecto. 136
Tabla IV.26. Hábitat de las especies vegetales detectadas en el polígono del SAR del proyecto Bajío – San Luis Potosí. 140
Tabla IV.27. Lista de especies de fauna silvestre reportadas en el SAR del proyecto, y su situación de acuerdo con los listados de categoría de riesgo y de especies exóticas invasoras. 149
Tabla IV.28. Localidades indígenas catalogadas por tipo en los municipios involucrados en el SAR delimitado para el desarrollo del proyecto con base en el censo de población y vivienda del 2010 por tipo[§]. 158
Tabla IV.29. Número de habitantes a nivel nacional, estatal y municipal de 1990 a 2020 de acuerdo con los censos y conteos poblacionales realizados por el INEGI[§]. 160
Tabla IV.30. Veinte principales causas de enfermedades en el 2020, y número de casos, a nivel nacional y en el estado de Guanajuato[§]. 185
Tabla IV.31. Población con afiliación (%[§]) a los servicios de salud a nivel nacional y del estado de Guanajuato y los municipios que forman parte del SAR al 2020[§§]. 187
Tabla IV.32. Rezago social en las entidades estatales y en los municipios que forman parte de la conformación del SAR del proyecto entre el 2000 y el 2020, por quinquenio, de acuerdo con lo estimado por el CONEVAL[§]. 191
Tabla IV.33. Unidades de paisaje, y su cobertura, diferenciadas en el polígono del SAR definido para el desarrollo del proyecto. 194
Tabla IV.34. Clasificación de los usos de suelo y vegetación inmersos dentro de la poligonal del SAR, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación, Serie VII, del INEGI. 198
Tabla IV.35. Niveles de fragilidad y parámetros de la pendiente. 200
Tabla IV.36. Niveles de fragilidad y parámetros de coberturas por tipo de suelo. 200
Tabla IV.37. Niveles de fragilidad y parámetros por tipo de vegetación. 201

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Ubicación geográfica del desplante del proyecto con respecto a la división municipal del estado de San Luis Potosí. 3
Figura IV.2. Desplante del proyecto con respecto a la conformación de las microcuencas y geomorfología en la región aledaña al desplante de las obras. 6
Figura IV.3. Desplante del proyecto con respecto a la división política municipal en la región aledaña al desplante de las obras. 7
Figura IV.4. Conformación del polígono que define el sistema ambiental regional del proyecto con base a la conformación de las microcuencas que influyen en su desplante, la geomorfología y límite municipal. 8
Figura IV.5. Ubicación del SAR definido para el desarrollo del proyecto con respecto a las áreas naturales protegidas de carácter federal más cercanas. 12
Figura IV.6. Ubicación del SAR definido para el desarrollo del proyecto con respecto a las áreas naturales protegidas de carácter estatal más cercanas. 16
Figura IV.7. Ubicación del SAR y predio del proyecto con respecto a la RTP-98 Sierra de Álvarez. 19
Figura IV.10. Ubicación del SAR del proyecto con respecto a los sitios RAMSAR más cercanos. 25
Figura IV.11. Clasificación climatológica en el SAR delimitado para el proyecto tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García reportada por el INEGI. 27
Figura IV.12. Ubicación de las estaciones meteorológicas con registro de información climatológica consideradas para la caracterización climática para el SAR del proyecto. 29
Figura IV.13. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Ojo Caliente, ubicada en el municipio de Santa María del Río, S.L.P. 30
Figura IV.14. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica San Luis Potosí (DGE), ubicada en el municipio de mismo nombre, S.L.P. 31
Figura IV.15. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Soledad de Graciano, ubicada en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. 32
Figura IV.16. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Zaragoza, ubicada en el municipio de mismo nombre, S.L.P. 33
Figura IV.17. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica San Luis Potosí (SMN), ubicada en el municipio de mismo nombre, S.L.P. 34
Figura IV.18. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Xoconoxtle, ubicada en el municipio de Zaragoza, S.L.P. 35
Figura IV.19. Grado de riesgo por granizo a nivel nacional y en el estado de San Luis Potosí. 40
Figura IV.20. Índice de peligro por presencia de ciclones tropicales a nivel nacional y en el estado de San Luis Potosí. 42
Figura IV.21. Grado de peligro de presencia de ciclones tropicales a nivel nacional y a nivel del SAR definido para el desarrollo del proyecto. 43
Figura IV.22. Mapa de amenaza de inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí. 46
Figura IV.24. Mapa de riesgo por inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí. 50
Figura IV.25. Distribución de días con presencia de heladas a nivel nacional. 52
Figura IV.26. Diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad de San Luis Potosí entre 2006 y 2009 con base en los contaminantes criterio O3, SO2, NO2 y CO monitoreado en la estación IPAC. 56

Figura IV.27. Ubicación de las estaciones automáticas de monitoreo de la calidad del aire de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada al 2019. 57
Figura IV.28. Concentración máxima registrada de contaminantes criterio en las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí en el año 2019 con referencia a los valores normados. 60
Figura IV.29. Ubicación del SAR definido para el desarrollo del proyecto con respecto a la división correspondiente con las provincias fisiográficas definidas por el INEGI para el territorio nacional. 69
Figura IV.30. Ubicación del SAR definido para el desarrollo del proyecto con respecto a la división correspondiente con las subprovincias fisiográficas definidas por el INEGI para el territorio nacional. 71
Figura IV.32. Diferenciación de las unidades morfométricas a nivel nacional determinadas mediante la densidad de curvas de nivel por unidad de área (km km$^{2-1}$). 74
Figura IV.33. Unidades geomorfométricas identificadas dentro del polígono del SAR del proyecto y sus áreas colindantes. 76
Figura IV.34. Unidades litológicas presentes en el SAR definido para el desarrollo del proyecto. 78
Figura IV.35. Placas tectónicas que se encuentran influenciando la República Mexicana. 79
Figura IV.36. Sismos totales anuales y promedios diarios presentes en México de 1990 a 2021 de acuerdo con la base de datos del Servicio Sismológico Nacional. 82
Figura IV.37. Mapa sísmico para el estado de San Luis Potosí considerando los movimientos telúricos de 1990 a 2021. 88
Figura IV.39. Procesos de cambio de uso de suelo para dar paso a las áreas con infraestructura de servicios, asentamientos urbanos y desarrollo industrial en la región del SAR y sitio del proyecto. 96
Figura IV.40. Proporción de superficie degradada por tipo a nivel nacional y en el estado de San Luis Potosí. 98
Figura IV.41. Áreas con procesos de degradación dentro de la poligonal del sistema ambiental regional definido para el desarrollo del proyecto. 99
Figura IV.42. Regiones Hidrológico-Administrativas en las que está dividido el territorio nacional. 101
Figura IV.43. Ubicación del SAR del proyecto con respecto a las cuencas hidrológicas en que se divide el país. 103
Figura IV.44. Cuerpos de agua superficiales que cruzan la ciudad de San Luis Potosí. 104
Figura IV.45. Ubicación de las presas construidas en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes más cercanas al polígono del SAR del proyecto. 105
Figura IV.46. Condición de la presa La Cantera durante la época de secas, ubicada en el municipio de San Luis Potosí, en la sierra de San Miguelito. 106
Figura IV.47. Ubicación de los sitios de monitoreo de la calidad del agua superficial reportados por la CONAGUA para los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, aledaños al SAR. 108
Figura IV.48. *Ubicación del SAR del proyecto considerando la división territorial nacional de los acuíferos*..... 112
Figura IV.50. Ubicación del SAR con respecto a la distribución de los usos de suelo y vegetación de acuerdo con la carta serie VII del INEGI. 125
Figura IV.51. Diferentes usos de suelo identificados en la poligonal del SAR del proyecto. 135
Figura IV.52. Condiciones generales del área donde se tiene planteado llevar a cabo el desplante de las obras del proyecto. 136
Figura IV.53. Imagen que muestra algunos ejemplos del orden Poales encontrados en el SAR donde se ubicará el proyecto. 139
Figura IV.54. Imagen que muestra algunos ejemplares del orden Caryophillales encontrados en el SAR donde se ubicará el proyecto. 140

Figura IV.55. Comparación de número de especies de reptiles identificadas en el estado de San Luis Potosí con respecto a las identificadas a nivel nacional. 146
Figura IV.56. Especies totales de mamíferos identificados a nivel estatal. 147
Figura IV.57. Especies totales de aves identificados a nivel estatal. 148
Figura IV.58. Especies de fauna silvestre y evidencias observadas en el SAR y área del proyecto. 152
Figura IV.59. Colindancias del estado de San Luis Potosí y su división municipal. 154
Figura IV.60. Población por entidad federativa de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020. 155
Figura IV.61. Densidad poblacional por entidad federativa de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020. 156
Figura IV.62. Población de los 26 municipios con mayor población en el estado de San Luis Potosí de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020. 157
Figura IV.63. Ubicación de las localidades indígenas mencionadas en el catálogo presentado por el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas con base en los resultados del censo de población y vivienda del 2010. 159
Figura IV.64. Tasa de crecimiento promedio anual estatal y de los municipios inmersos en el SAR del proyecto de acuerdo con los censos y conteos de población y vivienda realizados por el INEGI. 161
Figura IV.65. Fecundidad a nivel nacional y estatal con base en los resultados del censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020, expresada como el número de hijos vivos promedio por mujeres en edad reproductiva. 163
Figura IV.66. Fecundidad a nivel nacional y estatal con base en los resultados del censo de población y vivienda realizado por el INEGI, expresada como el número de hijos vivos promedio por mujeres en edad reproductiva. 164
Figura IV.67. Distribución proporcional de la población que no residía en su estado natal al momento de levantar el censo de población y vivienda por parte del INEGI en el 2020. 165
Figura IV.68. Distribución proporcional de la población del estado de San Luis Potosí proveniente del interior del país al momento de levantar el censo de población y vivienda por parte del INEGI en el 2020. 166
Figura IV.69. Flujo de emigrantes mexicanos entre el 2018 y el 2020 fuera del territorio nacional según estado de nacimiento. 167
Figura IV.70. Origen de la población migrante del estado de San Luis Potosí registrada en los consulados de México en los EE. UU. entre el 2015 y 2020. 168
Figura IV.71. Participación promedio de 2010 al 2020, por entidad federativa, en la generación del PIB nacional, con valores constantes y cifras preliminares para el 2020. 169
Figura IV.72. Comportamiento del PIB a valores constantes a nivel nacional y del estado de San Luis Potosí, y su tendencia de crecimiento entre 2003 y 2020. Con cifras revisadas (2009) y preliminares (2020). 170
Figura IV.73. Participación de los sectores productivos en el PIB nacional y del estado de San Luis Potosí para el año 2020 (con información preliminar), para valores constantes. 171
Figura IV.74. Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB nacional para el año 2020 (con información preliminar), en valores constantes. 172
Figura IV.75. Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB en el estado de San Luis Potosí para el año 2020 (con información preliminar), en valores constantes. 172
Figura IV.76. promedio anual de remesas, por entidad federativa, en el periodo 2015 – 2020. 174
Figura IV.77. Comportamiento de los ingresos por de remesas entre el periodo 2010 – 2020 en el estado de San Luis Potosí, nacional y en el estado de Jalisco. 175

Figura IV.78. Indicador de dependencia de remesas (remesas recibidas como porcentaje del PIB) para el periodo 2010 – 2020 en las entidades seleccionadas. 176
Figura IV.79. Comportamiento de los ingresos de remesas en los municipios que forman parte de la conformación del SAR del proyecto y en el estado de San Luis Potosí para el periodo 2013 – 2021. 177
Figura IV.80. Ingreso per cápita de remesas con base en el conteo poblacional del 2015 y el censo poblacional del 2020 y los ingresos de remesas reportados por el BANXICO en los años de referencia. 178
Figura IV.81. Grado promedio de escolaridad de la población estatal mayor a 15 años de acuerdo con la información del censo de población y vivienda del 2020 realizado por el INEGI. 179
Figura IV.82. Nivel promedio de escolaridad de la población mayor a 15 años nacional y en los municipios en la conformación del SAR de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2015. 180
Figura IV.83. Distribución del nivel de escolaridad de la población mayor de 15 años a nacional, estatal y de los municipios inmersos en SAR de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2020. 181
Figura IV.84. Comparación de los indicadores tasa de mortalidad infantil en el 2019 y esperanza de vida para el 2019, mortalidad general en el 2018, y cáncer maligno en el 2012, en países miembros de la OECD y en adhesión. 183
Figura IV.85. Esperanza de vida al nacer en el estado de Guanajuato y a nivel nacional de 1970 al 2050, con proyección del 2013. 184
Figura IV.86. Relación de habitantes con unidades de servicio médico y consultorios, por entidad estatal y a nivel federal, para los años 2020 y 2015, respectivamente. 188
Figura IV.87. Relación de habitantes con camas hospitalarias y quirófanos, por entidad estatal y a nivel federal, para el año 2015. 189
Figura IV.88. Identificación y distribución de las unidades de paisajes en el polígono del SAR definido para el desarrollo del proyecto. 197
Figura IV.89. Diagrama general de los componentes ambientales involucrados en el análisis y evaluación de la fragilidad ambiental. 200
Figura IV.90. Diagrama de flujo utilizado en Model Builder para la obtención de fragilidad natural. 203
Figura IV.91. Fragmentación ambiental determinada en el polígono del SAR definido para el desarrollo del proyecto. 204

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

IV.1.1 Consideraciones previas

Para llevar a cabo la delimitación del SAR hay que tener claro el concepto de sistema, el cual suele ser definido como el conjunto de componentes que se interrelacionan, de tal manera que los cambios en un componente pueden afectar a alguno o a todos los demás componentes; es decir, la interacción entre éstos es susceptible de problemas, restricciones y potencialidades por la existencia de variables que puedan afectarlos. Un sistema es concebido como un modelo de índole general, y su peculiaridad radica en que permite un enfoque global del objeto de estudio y en la libertad que se tiene para fijar sus límites, ya que éstos pueden ser tan grandes o pequeños según lo requiera el estudio (Arnold y Osorio, 1998).

Los fundamentos básicos de la teoría general de sistemas afirman que los sistemas se encuentran dentro de sistemas, es decir un sistema se encuentra dentro de otro más grande; son abiertos, y, como consecuencia de ello, se caracterizan por un proceso de cambio infinito con su entorno, que son los otros sistemas. Por lo que, los límites o fronteras de un sistema admitirían cierta arbitrariedad. No obstante, la necesidad de conocer y entender su funcionamiento ha derivado en la necesidad de ordenarlos a través del establecimiento de límites. En materia ambiental, a lo largo de la historia han surgido diferentes métodos que, dependiendo de su enfoque, han tratado de ordenar el ambiente a través de su delimitación.

El enfoque derivado del vínculo existente entre la economía del hombre y la naturaleza ha dado origen a métodos que buscan la regionalización en unidades naturales, en donde el comportamiento ante determinadas actividades no varíe en gran medida. Esta regionalización se puede realizar a través de un proceso de divisiones sucesivas que permita establecer unidades homogéneas, que bajo ciertas condiciones se pueden manejar en forma independiente.

Si nos adentramos un poco más al concepto de sistema, se pueden encontrar diferentes tipos de sistemas:

1. Sistema aislado: Es un modelo imaginario cuya frontera (límite del sistema) impide cualquier tipo de intercambio.
2. Sistema cerrado: Es aquel cuya frontera admite únicamente el intercambio de energía.
3. Sistema abierto: Su frontera permite todo tipo de intercambios (materia, energía, información).

De acuerdo con estos conceptos, el sistema abierto es el más próximo a la realidad ambiental. De acuerdo con Margalef (1980), referido por Gómez (1999), el ecosistema está definido como el "*Sistema formado por individuos de muchas especies, en el seno de un ambiente de características definidas e implicado en un proceso dinámico e incesante de interacción, ajuste y regulación, expresable bien como intercambio de materia y energía, bien como una secuencia de nacimientos y muerte, y uno de cuyos resultados es la evolución a nivel de las especies y la sucesión a*

nivel del sistema entero". En consecuencia, en el ecosistema entendido como sistema, se reúnen todas las formas de vida junto con su soporte inerte o viviente, en donde se pueden establecer tres grandes divisiones del planeta Tierra: hidrósfera, atmósfera y litósfera o geósfera.

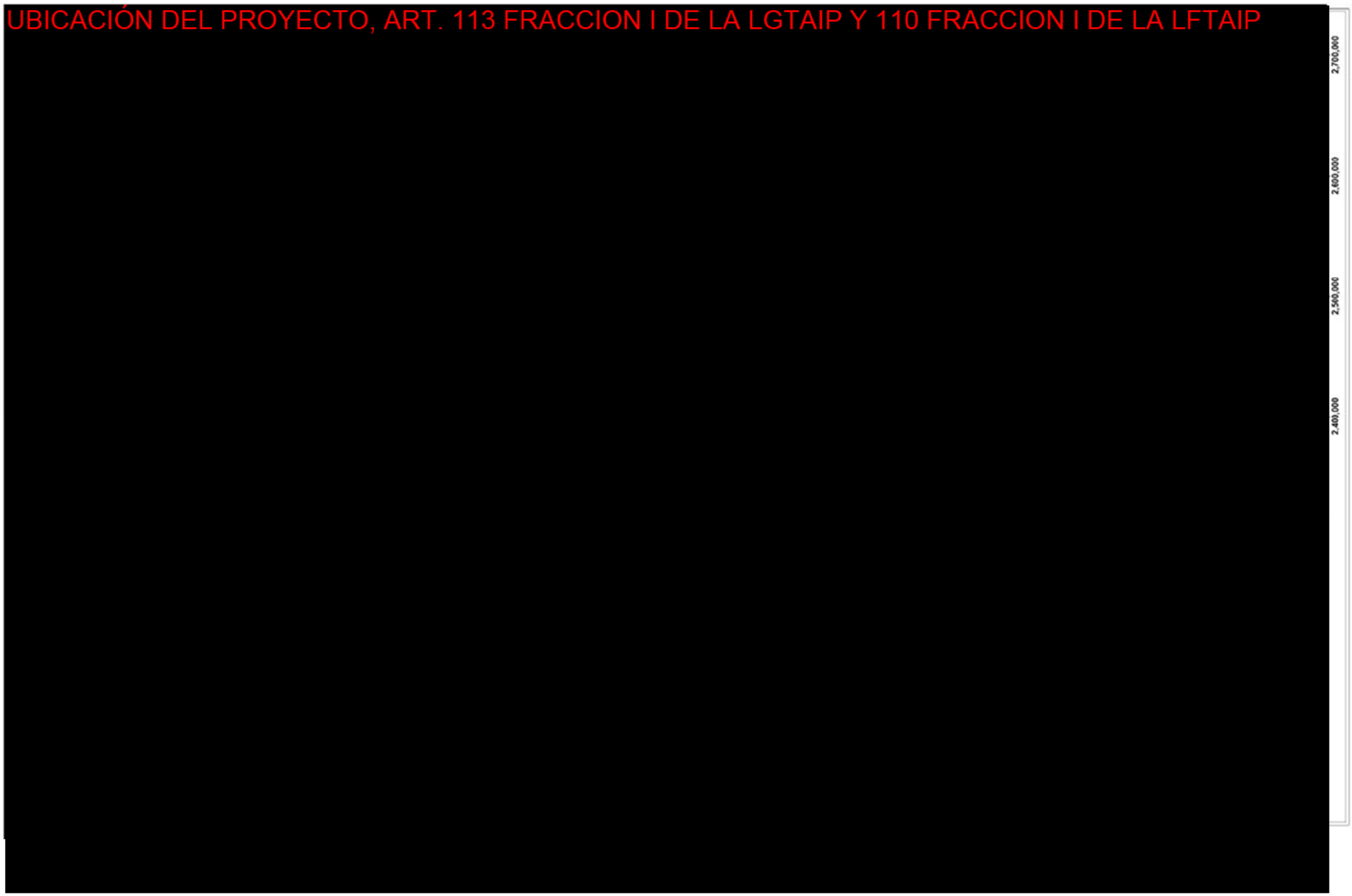
En el sistema ambiental, por tanto, se lleva a cabo la organización vital en un determinado espacio, donde los seres vivos interaccionan entre sí y con el medio en que viven por lo que existen límites geográficos particulares. El concepto de sistema ambiental utilizado en la identificación de impactos ambientales necesariamente debe establecer un espacio geográfico en el que se engloben los efectos potenciales que sobre el ecosistema puede producir el insertar un proyecto determinado y debe guardar la relación ecológica y geográfica que une las bases biológicas y sistemas territoriales, integrados por unidades ambientales.

Para definir el sistema ambiental regional, primero es importante conocer el área que recibirá el impacto directamente para que, a partir de ella, se pueda determinar el área potencial de afectación indirecta.

IV.1.1.1 Ubicación geográfica del predio del proyecto

Como ya quedó ampliamente descrito en los capítulos I y II de este documento sometido al procedimiento de evaluación y dictaminación en materia ambiental del proyecto **"Bajío - San Luis Potosí"**, los trazos de las líneas de distribución de gas que comprenden el planteamiento del proyecto, así como sus ERM y City Gate se ubican en dos municipios del estado de San Luis Potosí que forman parte de la zona urbana y conurbada de la capital del estado, siendo estos San Luis Potosí y Villa de Reyes.

Las coordenadas UTM, Datum World Geodetic System (WGS) 84 Zona 14 N, que representan los trazos de las líneas de distribución de gas, así como el resto de los componentes del proyecto, se presentan en el apartado II.2.4 del capítulo II de esta MIA-R. En la Figura IV.1 se muestra la ubicación general del desplante de los componentes con respecto a la superficie municipal y estatal.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP
2,700,000
2,600,000
2,500,000
2,400,000

IV.1.1.2 Criterios para la delimitación del sistema ambiental regional (SAR)

De acuerdo con lo antes expuesto, se entiende que la delimitación del SAR que aquí se expone constituye un modelo teórico, con límites artificiales o arbitrarios, pero sólo hasta cierto punto, ya que dichos límites corresponden a características reales presentes en las diferentes clasificaciones de sistemas. Estas características pueden ser atmosféricas, ecosistemas, fisiográficas, límites políticos o administrativos, elementos artificiales existentes, tales como carreteras o poblados, así como eventos de efectos provocados por la actividad antropogénica.

Tomando en cuenta las grandes divisiones terrestres y que el SAR definido para el presente trabajo, además de estar referido a un área geográfica determinada, también debe estar constituido por diversos elementos o factores, tanto ambientales como de origen antropogénico, que interactúan entre sí. La delimitación tendrá por objeto definir un espacio finito que sea concordante con los subsistemas antes mencionados, así como con la dimensión del proyecto que se valora, sobre el cual sea posible realizar una descripción clara y fiel de los elementos del SAR y sus tendencias de deterioro. Esta delimitación debe incluir el componente humano como eje en el cual se consideran aspectos culturales, económicos, políticos y sociales bajo la visión de que éstos son los rectores de las transformaciones que ocurren en el medio a una escala de tiempo ecológica que, por su amplitud concuerda con una visión histórica de los cambios observables en el medio. La delimitación del SAR permite identificar y enunciar problemas ambientales asociados a su evolución, como medio que acoge un proyecto, así como determinar tendencias de deterioro regional que no necesariamente se ligan a las intervenciones que se plantean y estudian.

La naturaleza del proyecto en estudio y las condiciones de los componentes ambientales del sitio en el que se pretende insertar son las variables más sobresalientes que condicionan los límites del SAR. Es necesario tener en cuenta la naturaleza del proyecto implica la instalación de las líneas de distribución de gas dentro de las zonas urbanas, desarrollo industrial y vías de comunicación de los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes.

Considerando que el proyecto tiene como objetivo la instalación de las tuberías e infraestructura para distribuir el gas para uso de zonas industriales, principalmente, de las zonas urbanas de los municipios referidos, esto implica que la instalación se realizará en zonas ecológicamente alteradas. En todas las áreas en las que se instalarían las líneas y la infraestructura necesaria para su operación ya se dio el cambio de uso de suelo para dar paso a los desarrollos habitacionales, industrias, vías de comunicación y demás servicios urbanos. Bajo esta consideración, la funcionalidad ambiental ya ha sido alterada con la afectación directa del suelo, la vegetación, la funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y la calidad del aire.

No obstante, en todo momento el proyecto ha tenido y tendrá en cuenta el respeto por el medio ambiente, por lo que su diseño y operación contempla obras y actividades respetando los componentes ambientales considerándolos como elementos integrados al medio ambiente actual. Además, en el planteamiento del proyecto se consideró, como punto esencial, brindar un servicio a la ciudadanía respetando cada uno de los componentes ambientales de la región en que se plantea su implementación.

Debido a las condiciones ambientales prevalecientes en el sitio de ubicación del proyecto y las características constructivas y operativas específicas del desarrollo del proyecto de la presente solicitud, las afectaciones a generarse son puntuales y locales en los sitios donde se incide. Por lo que, no se prevén cambios ambientales significativos en el ecosistema en el cual se inserta el proyecto durante las etapas de su realización, esto de acuerdo con las valoraciones efectuadas y que se podrán constatar en el Capítulo V de esta MIA-R.

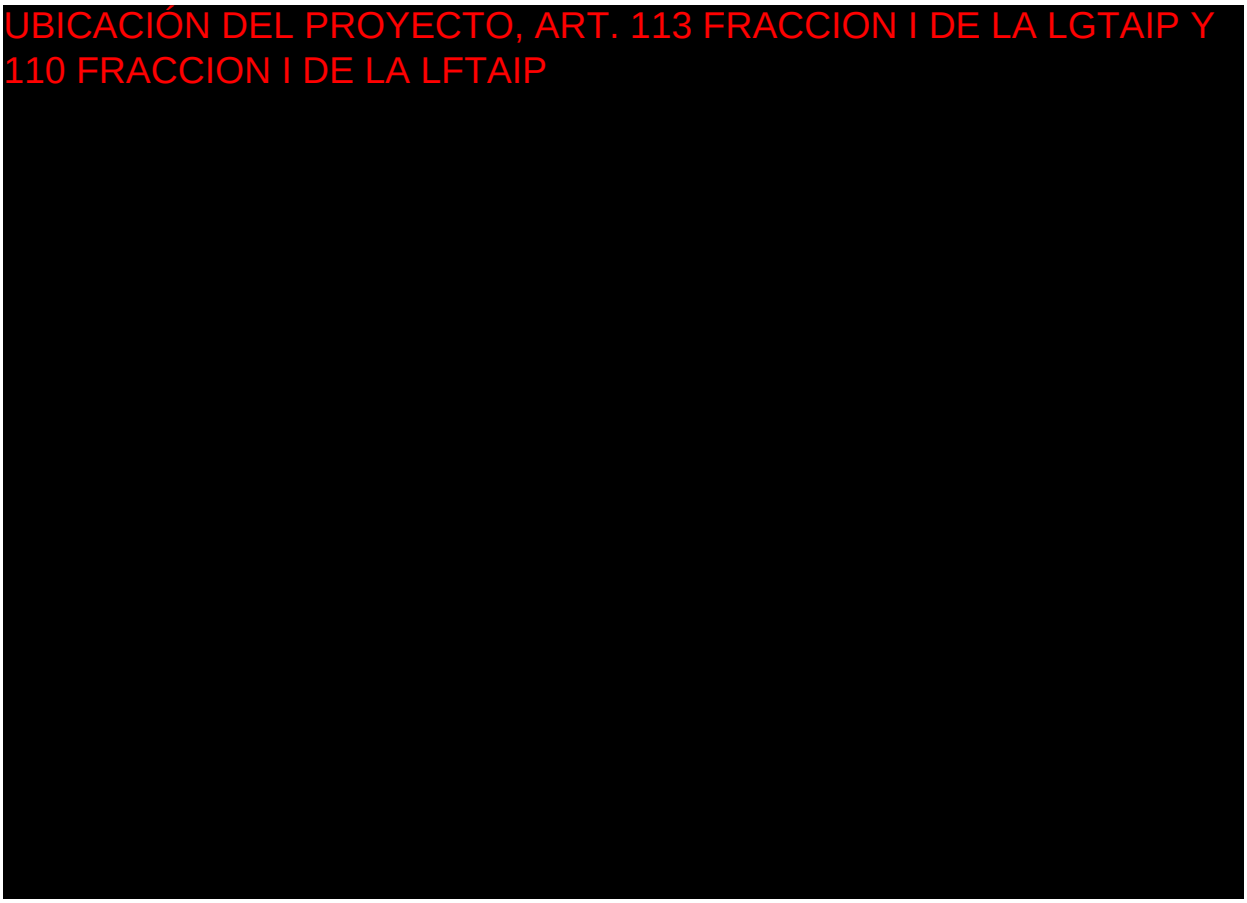
Para conformar los dominios del SAR del proyecto fueron considerados los atributos de la delimitación de los sistemas, considerando que para ello existen diversos criterios y metodologías aplicables, tales como:

1. Por ecosistemas homogéneos.
2. Por zonificaciones de instrumentos de política ambiental en caso de que existan programas estatales, regionales y/o territoriales de ordenamiento ecológico.
3. Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica.
4. Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.

Para la delimitación del SAR se tomó en cuenta la naturaleza del proyecto y la interacción que éste tendrá con procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos regionales, y, para ello, fue necesaria la creación de un Sistema de Información Geográfico (SIG) base empleando el software ESRI ArcGIS 10, proyectado en coordenadas de la Universal Transversa de Mercator Zona 14 Norte (UTM Z14 N), conteniendo los conjuntos vectoriales de INEGI escala 1:250,000 correspondientes al estado de San Luis Potosí, sus municipios, localidades, así como la carta topográfica del estado, escala 1:1,000,000 en formato raster.

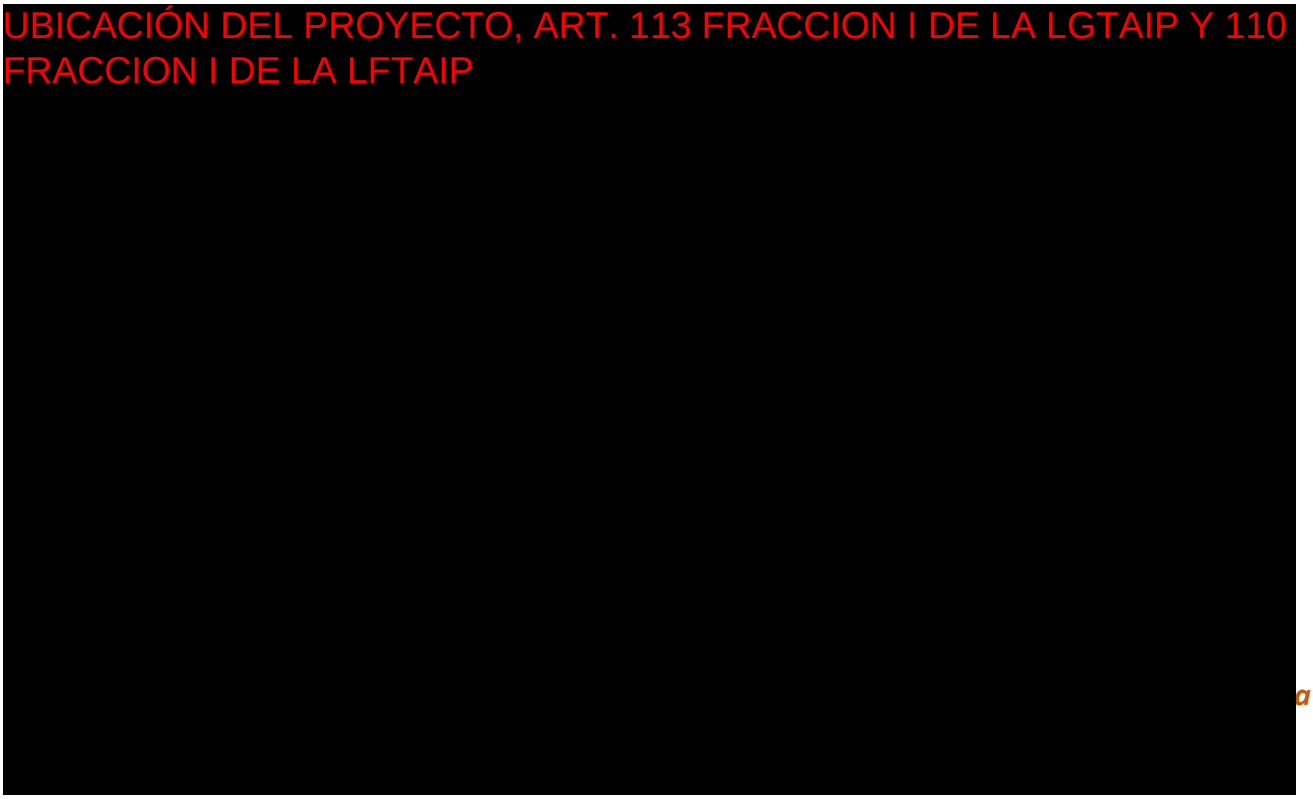
Al SIG base se le fueron incorporando las diferentes capas de información geográfica descargadas del sitio de CONABIO e INEGI en línea, y la evaluación para la definición del SAR se realizó mediante el proceso de fotointerpretación de imágenes satelitales sobre vectores en el SIG.

Con la información antes mencionada, y mediante la sobreposición de mapas con ayuda del programa ArcMap 10, se realizó la delimitación del SAR, tomando como principal criterio la conformación geográfica y sus microcuencas, utilizando como primer criterio l la conformación de las cuencas hidrológicas, a nivel de microcuencas, y la conformación geomorfología de la región aledaña al desplante del diseño del proyecto (Figura IV.2).



Considerando que seguir la conformación de las microcuencas para la definición del polígono del SAR implicaba involucrar áreas con características ambientales diferentes a las existentes en el área de desplante de las obras, además de que eso llevaría a incluir áreas que por su distancia difícilmente se podrían ver alteradas por el proyecto. Con base en estos criterios, se tomó en cuenta delimitar el polígono usando el cambio geomorfológico que representa la Sierra de San Miguelito, siguiendo el contorno geomorfológico que representa el cambio de la unidad geomorfológica.

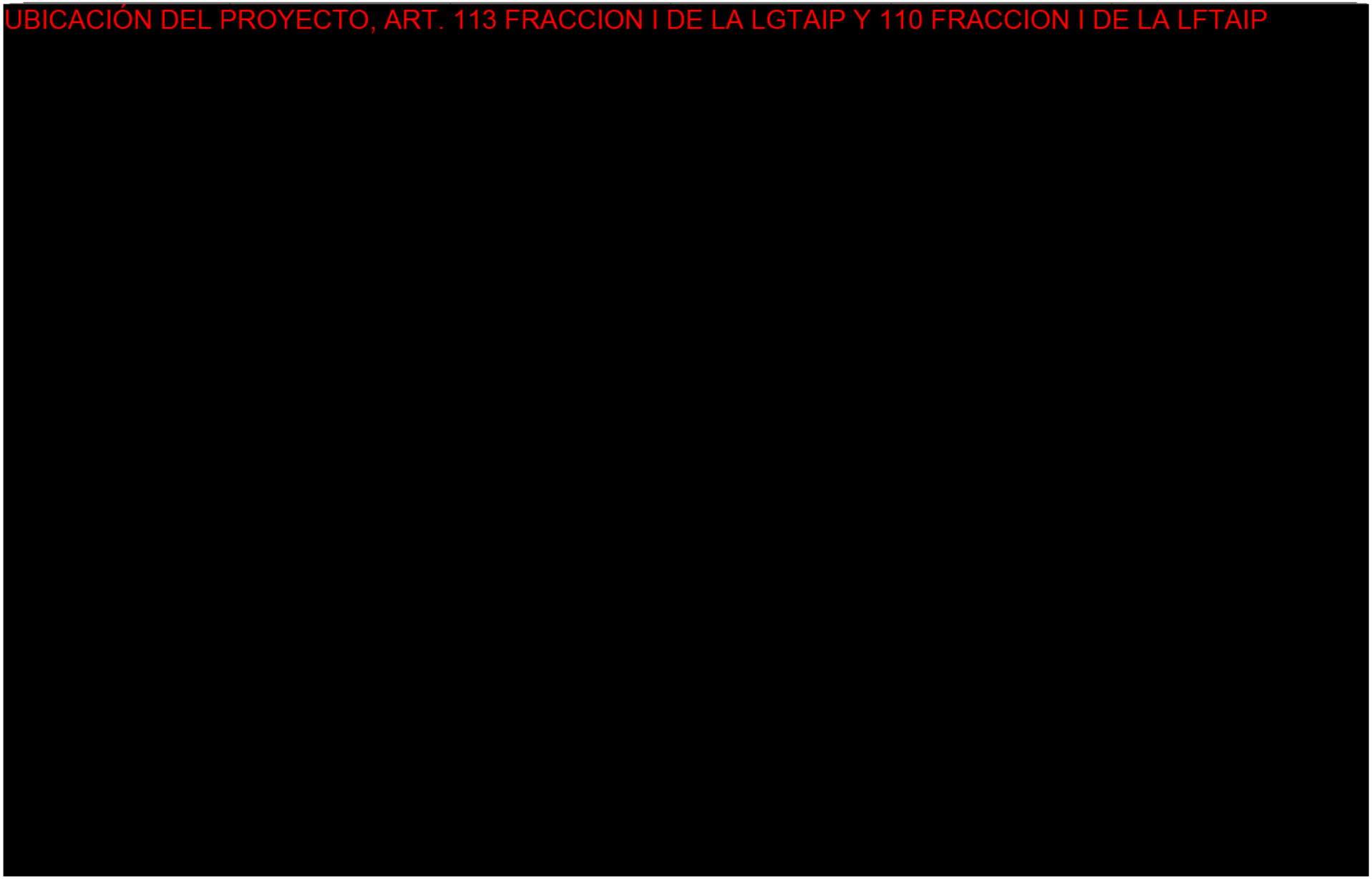
Como tercer y último criterio de delimitación del SAR, se tomó en cuenta la división política administrativa municipal. En este caso se consideró delimitar el polígono siguiendo la conformación de las microcuencas, pero delimitándolas solo a los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, esto del lado este de las obras. En este caso, se consideró que el desarrollo del proyecto no impactaría a los municipios de Zaragoza, Cerro San Pedro y Soledad de Graciano Sánchez, estos dos último ubicados muy al norte del desplante del proyecto y con poca superficie de la microcuenca que conectaría con del proyecto (Figura IV.3).



F ***a***

Como resultado del análisis se obtuvo la conformación de un polígono de 36,806.64 ha que comprende parte de los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, colindando con los municipios de Zaragoza, Cerro San Pedro y Soledad de Graciano Sánchez, así como de la Sierra de San Miguelito (Figura IV.4).

Las coordenadas UTM que delimitan el polígono del SAR se encuentran en el apartado de anexos de esta MIA-R.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

IV.2.1 Regiones de interés ambiental

A partir del polígono del SAR delimitado para el proyecto, se realizó una investigación documental cartográfica para determinar si éste se ubicaba en algún sitio que guardara características naturales con algún grado de importancia, como son: Áreas Naturales Protegidas (ANP´s), ya sean de carácter federal o estatal, humedales de importancia para la Convención Ramsar, áreas de importancia para la conservación de las aves, regiones terrestres prioritarias, regiones hidrológicas prioritarias y regiones marinas prioritarias, obteniendo los resultados que se presentan en los siguientes apartados.

IV.2.1.1 Áreas naturales protegidas (ANP's)

La LGEEPA define a las áreas naturales protegidas (ANP) como aquellas "*zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas*". Las declaratorias de esta clasificación de ecosistemas (áreas) se hacen con la finalidad de mantener la biodiversidad, preservar las condiciones de los componentes ambientales de los ecosistemas para mantener el equilibrio y continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos en las áreas identificas con relevancia ecológica. Estas declaratorias, además, también persiguen parar los procesos de deterioro de los ecosistemas, como la pérdida de biodiversidad, procesos erosivos y degradación del suelo, garantizar la recarga del manto freático, entre otros, en beneficio del medio ambiente y, al mismo tiempo, de las comunidades asentadas dentro del áreas y áreas aledañas, a través de su aprovechamiento sustentable.

Existen ANP de competencia federal, estatal y municipal, cada una declarada en el marco de sus atribuciones y alcances. A nivel federal estas se clasifican en reservas de la biósfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna y santuarios. A partir del 2008, se tienen las áreas destinadas voluntariamente a la conservación, estos predios se consideran áreas productivas dedicadas a una función de interés público y son administradas por el solicitante, el cual puede ser toda una comunidad, una organización social, persona moral o física.

Administrativamente, las 184 ANP se encuentran agrupadas en nueve regiones distribuidas a lo largo del país. En orden alfabético son: a) Centro y Eje Neovolcánico; b) Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur; c) Noreste y Sierra Madre Oriental, Noroeste y Alto Golfo de California; d) Norte y Sierra Madre Occidental; e) Occidente y Pacífico Centro; f) Península de Baja California y Pacífico Norte; g) Península de Yucatán y Caribe Mexicano y, h) Planicie Costera y Golfo de México.

Dependiendo del tipo de ANP va a ser su zonificación y la definición de sus criterios, mismos que quedan claramente descritos en sus programas de manejo.

A nivel estatal están los parques y reservas estatales, así como otras categorías definidas particularmente.

IV.2.1.1.1 Áreas naturales protegidas federales

A mayo del 2022, a nivel nacional la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra 184 ANP de carácter federal, lo que implica una superficie total de 90'956,123.99 ha, de las cuales 21'497,510.78 ha se encuentran en zona terrestre y el resto en área marina, divididas en nueves regiones a nivel nacional. El estado de San Luis Potosí se ubica en la región denominada "Noreste y Sierra Madre Oriental", junto con los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua y Durango, en su totalidad o parcialmente.

Esta región cuenta con 18 ANP, representando el 3.69% de la superficie nacional protegida. En esta se ubican siete áreas de protección de flora y fauna, dos áreas de protección de recursos naturales, mismo número de monumentos naturales, cinco parques nacionales y dos reservas de la biosfera.

En el estado de San Luis Potosí se tienen siete ANP, sumando 580,793.49 ha de manera independiente, todas en área terrestre (Tabla IV.1). De las siete ANP existentes en el estado, tres están clasificadas como áreas de protección de flora y fauna, dos parques nacionales y otras dos como reservas de la biósfera. Cabe aclarar que, de las siete ANP solo cuatro se ubican únicamente en el estado de San Luis Potosí, una (Sierra La Mojonera) la comparte con el estado de Zacatecas, una más (Sierra Gorda) la comparte con los estados de Querétaro, Guanajuato e Hidalgo, y, la ANP Sierra del Abra Tanchipa la comparte con el estado de Tamaulipas.

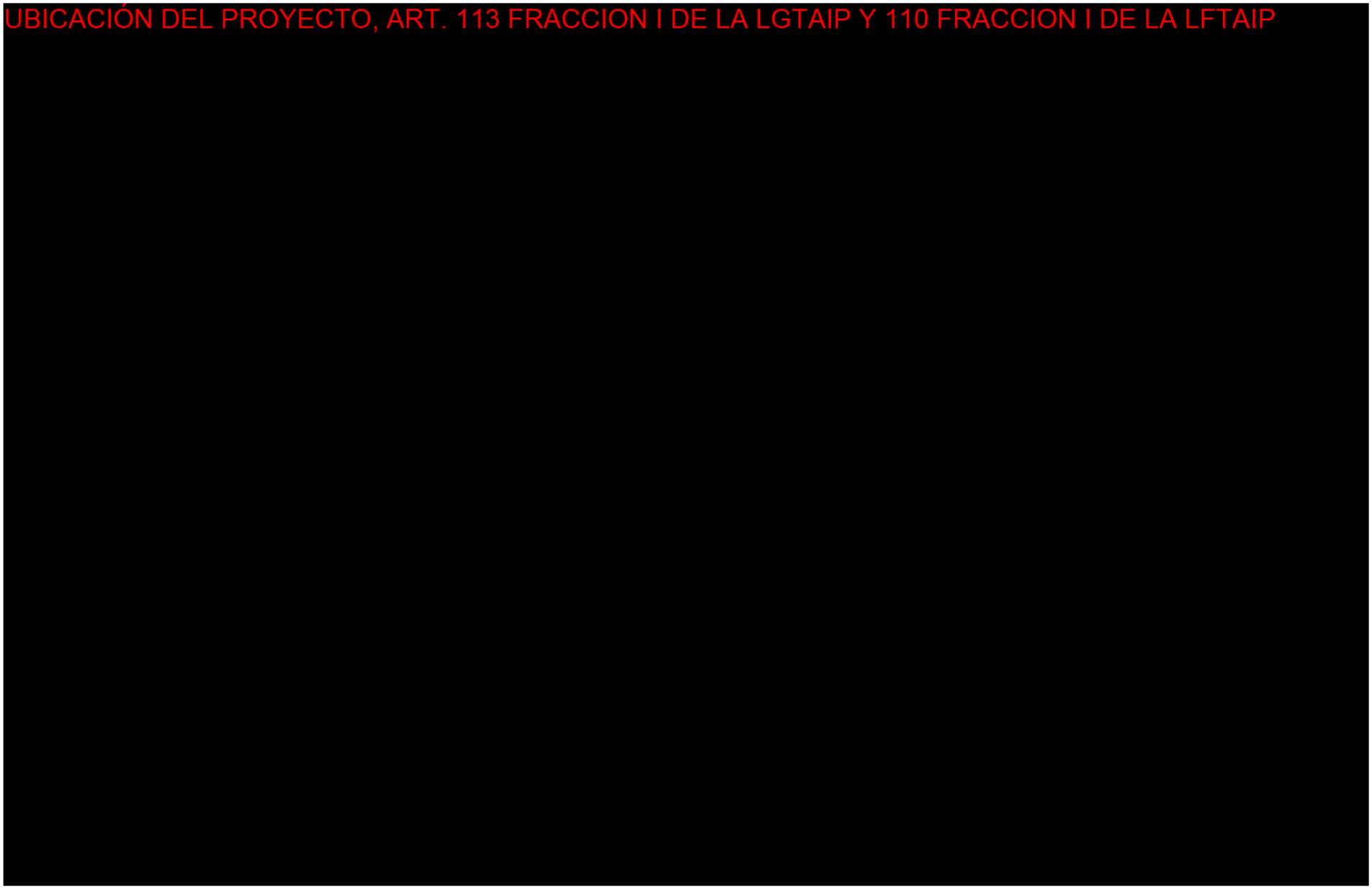
Tabla IV.1. Listado de áreas naturales protegidas federales ubicadas en el estado de San Luis Potosí, más la que comparte con los estados vecinos[§].

Nombre	Categoría	Superficie (ha)			Fecha de decreto
		Total	Terrestre	Marina	
Ubicadas solo en San Luis Potosí					
Sierra de Álvarez	Área de Protección de Flora y Fauna	16,900.00	16,900.00	0.00	07/04/81
Sierra de San Miguelito	Área de Protección de Flora y Fauna	111,160.44	111,160.44	0.00	13/12/21
El Potosí	Parque Nacional	2,000.00	2,000.00	0.00	15/09/36
Gogorrón	Parque Nacional	36,499.66	36,499.66	0.00	22/09/36
Compartidas con otros estados					
Sierra La Mojonera	Área de Protección de Flora y Fauna	9,201.50	9,201.50	0.00	13/08/81
Sierra Gorda	Reserva de la Biosfera	383,567.45	383,567.45	0.00	19/05/97
Sierra del Abra Tanchipa	Reserva de la Biosfera	21,464.44	21,464.44	0.00	06/06/94

§ Información obtenida de la página: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/listanp/

Del análisis realizado resultó que el SAR definido para el desarrollo del proyecto se encuentra entre tres ANP federales, siendo estas: a) Sierra de Álvarez, b) Gogorrón y, c) Sierra de San Miguelito, con la cual existe un ligero traslape en algunas áreas que suman aproximadamente 42.23 ha (Figura IV.5).

La poligonal de la ANP área de protección de flora y fauna Sierra de Álvarez se encuentra al este de la poligonal del SAR a 3.43 km de distancia entre sus puntos más cercanos, en línea recta. Se trata de una ANP que fue decretada como tal el 07 de abril de 1981, comprende 16,900.00 ha de los municipios de Armadillos de los Infantes, Zaragoza y San Nicolas Tolentino, en el estado de San Luis Potosí. Hoy en día aún no cuenta con su programa de manejo.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Al sur del polígono del SAR se ubica el parque nacional Gogorrón, a solo 0.36 km de distancia del polígono del SAR, entre los puntos más cercanos y en línea recta. Esta ANP su ubica en su totalidad en el estado de San Luis Potosí, en los municipios de Villa de Reyes y Santa María del Río, comprende 36,499.66 ha, fue decretada como tal el 22 de septiembre de 1936 y su programa de manejo se publicó el 08 de agosto de 2016.

La recientemente decretada área natural protegida, como área de protección de flora y fauna, Sierra de San Miguelito, como se mencionó anteriormente, mantiene ligera sobreposición con el polígono del SAR, en un área que suman aproximadamente 42.23 ha, más NO con el desplante de las obras del proyecto. El decreto de creación de esta ANP se publicó en el Diario Oficial de la Federación el pasado 13 de diciembre de 2021, sin que se cuente todavía con su programa de manejo.

De acuerdo con el decreto, esta ANP se ubica en su totalidad dentro del estado de San Luis Potosí, comprendiendo superficie de los municipios de Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí, Villa de Reyes y Villa de Arriaga, y su poligonal comprende 111,160.44 ha. Esta área se considera importante por los servicios ambientales que presta a las comunidades aledañas, entre las que se encuentra la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí. Los servicios ambientales que brinda esta ANP están más asociados con la captura de carbono, mitigación de los efectos del cambio climático, así como los relacionados con el componente hídrico, al considerarse zona de recarga del manto acuífero mediante la facilitación del proceso de infiltración de agua y prevención de inundaciones. Además, socialmente se considera relevante para el desarrollo de actividades de investigación y educación ambiental.

La ficha del Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC), menciona que en esta ANP predominan cinco tipos de vegetación: Bosque de encino, bosque de pino, bosque de pino – encino, matorral xerófilo y pastizal.

Entre las especies de flora silvestre que se encuentran en el área, citadas como representativas, están: Biznaga bola de Lau (*Echinomastus unguispinus subsp. laui*), biznaga palmilla (*Leuchtenbergia principis*), biznaga barril, biznaga barril de acitrón (*Ferocactus histrix*), nardo de agua (*Polianthes palustris*), piñón enano (*Pinus cembroides var. bicolor*) y el laurel silvestre o falso laurel (*Litsea glaucescens*). Mientras que como especies de flora silvestre endémicas se incluyen: Tinaja (*Beaucarnea hookeri*), (*Dasylirion acrotrichum*), biznaga maguey peyote cimarrón, chaucle (Náhuatl), chaute, falso peyote, tsuwiri (*Ariocarpus retusus*), birrete de obispo (*Astrophytum myriostigma*), biznaga partida, erizoide (*Coryphantha echinoidea*), biznaga tonel grande, asiento de suegra (*Echinocactus platyacanthus*), biznaga bola de Lau (*Echinomastus unguispinus subsp. laui*), biznaga barril de acitrón (*Ferocactus histrix*), biznaga palmilla (*Leuchtenbergia principis*), biznaga de la Sierra de Bocas (*Mammillaria bocasana*), biznaga engañosa (*Mammillaria decipiens subsp. decipiens*), biznaga de Orcutt (*Mammillaria orcutti*), biznaga de Schwarz (*Mammillaria schwarzii*), biznaga undulada de flor amarilla (*Stenocactus sulphureus*) y el teocintle (*Tripsacum zopilotense)*.

Con lo que respecta a la fauna silvestre, se tienen como especies representativas a la rana de Moctezuma (*Lithobates montezumae*), rata canguro (*Dipodomys phillipsii*), lagartija cornuda de montaña, camaleón (*Phrynosoma orbiculare*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*). Y, como especies endémicas se enlistan: Ajolote del Altiplano, salamandra tigre de meseta (*Ambystoma velasci*), rana de árbol de montaña (*Dryophytes eximius*), rana leopardo de Moctezuma (*Lithobates montezumae*), casquito de burro, tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*), lagartija falso escorpión (*Barisia ciliaris*), perrilla de arena (*Holbrookia approximans*), camaleón, lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), lagartija espinosa azul (*Sceloporus cyanogenys*), lagartija escamosa de Dugués (*Sceloporus dugesii*), lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus grammicus grammicus*), lagartija espinosa menor (*Sceloporus jarrovi minor*), lagartija espinosa de pastizal (*Sceloporus scalaris*), lagartija escamuda, lagartija espinosa mexicana (*Sceloporus spinosus*), lagartija escamosa barrada, lagartija espinosa de collar (*Sceloporus torquatus*), eslizón

encinero, lagartija de cola azul (*Plestiodon lynxe*), culebra de tierra del centro (*Conopsis lineata*), culebra terrestre narigona, culebra gris nariz de pala (*Conopsis nasus*), alicante, cincuate, culebra sorda mexicana (*Pituophis deppei*), culebra parda mexicana (*Storeria storerioides*), culebra de agua de panza negra (*Thamnophis melanogaster*), lagartija espinosa de panza azul (*Sceloporus parvus*), calandria flancos negros (*Icterus abeillei*), semillero de collar (*Sporophila torqueola*), tuza del altiplano (*Cratogeomys goldmani*), rata canguro de Phillip (*Dipodomys phillipsii*), ratón de abazones rayado (*Chaetodipus lineatus*), ratón de abazones de Nelson (*Chaetodipus nelsoni*), ratón de patas blancas, ratón orejudo, ratón de las rocas (*Peromyscus difficilis*), ratón negruzco (*Peromyscus furvus*), ratón silvestre de patas negras, ratón de manos negras de Zempoaltepec (*Peromyscus melanocarpus*) y el ratón de mesa, ratón montero negruzco (*Peromyscus melanophrys*).

IV.2.1.1.2 Áreas naturales protegidas estatales

A nivel estatal se han decretado oficialmente 14 áreas naturales protegidas entre 1994 y 2021, sumando 414,916.63 ha bajo esta clasificación (Tabla IV.2). La clasificación estatal de las áreas naturales protegidas comprende cinco categorías: a) Sitio Sagrado Natural; b) Parque Urbano; c) Reserva estatal; d) Parque estatal y, e) Monumento natural. De estas categorías predominan las reservas estatales con cinco de las 14 ANP totales estatales, seguidas de los monumentos naturales con cuatro y tres parques estatales.

Tabla IV.2. Listado de áreas naturales protegidas de carácter estatal en el estado de San Luis Potosí[6].

Nombre	Categoría	Superficie (ha)	Fecha de la Declaratoria	Municipios
Wirikuta y la ruta histórica cultural del pueblo Wixárica	Sitio Sagrado Natural	140,211.85	22 de sept de 1994	Villa de Ramos, Charcas, Real del Catorce, Villa de la Paz, Matehuala, Villa de Guadalupe, Charcas y Salinas de Hidalgo.
Paseo de la Presa (San José)	Parque Urbano	344.02	05 de junio de 1996	San Luis Potosí (Presa San José)
Real de Guadalcázar	Reserva estatal	256,826.45	27 de sept de 1997 (Modificada 14 de marzo de 2006)	Mpio de Guadalcázar, Villa Hidalgo y Cerritos.
Palma Larga	Parque estatal	25.42	05 de junio de 1998	Ej. Puente del Carmen, Mpio de Rioverde.
Sótano de las Golondrinas	Monumento natural	285.00	15 de marzo de 2001	Comunidad de Tamapatz, Mpio de Aquismón
La Hoya de las Huahuas	Monumento natural	409.00	15 de marzo de 2001	Ejido de Tampaxal, Mpio de Aquismóm.
Adolfo Roque Bautista	Parque estatal	30.78	15 de marzo de 2001	Ej. El Porvenir, Mpio de Tamuín.
Las Cuevas Sagradas del Viento y de la Fertilidad.	Monumento natural	8.02	15 de marzo de 2001	Ej. Chununtzen, Mpio de Huhuetlán

Nombre	Categoría	Superficie (ha)	Fecha de la Declaratoria	Municipios
Manantial de la Media Luna	Parque Estatal	285.22	07 de junio de 2003	Rioverde
Sierra del Este y Sierra de Enmedio	Reserva estatal	1,795.94	16 de mayo de 2006	El Naranjo
Tancojol	Reserva estatal	95.67	04 de maro de 2008	San Vicente Tancuayalab
Sierra de San Miguelito	Reserva estatal	12,613.47	20 de sept de 2018	Villa de Arriaga, Villa de Reyes y Mexquitic de Carmona
La Loma	Reserva estatal	1,855.03	19 de sept de 2019	Rioverde
Joya Honda	Monumento Natural	130.76	24 de abril de 2021	Ej La Tinaja, Mpio de Soledad de Graciano Sánchez

§ Información obtenida de la página: https://slp.gob.mx/segam/Paginas/SIACC/AreasNaturalesProtegidas.aspx

De las 14 ANP estatales, dos de ellas comprende parte de los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes. En el municipio de San Luis Potosí se encuentran el parque urbano "Paseo de la Presa", y, en Villa de Reyes la reserva estatal "Sierra de San Miguelito". Sin embargo, el polígono del SAR definido para el desarrollo del proyecto no se sobrepone con alguna de estas ANP (Figura IV.6).

Las tres ANP estatales referidas se encuentran en la Sierra de San Miguelito, área que fue decretada recientemente como ANP a nivel federal como se describió en el apartado anterior. El parque urbano "Paseo de la Presa" se ubica al noroeste del SAR del proyecto, en los límites de la zona urbana de San Luis Potosí, abarcando entre los límites del vaso de la presa San José y la zona urbana.

La reserva estatal "Sierra de San Miguelito" está conformada por ocho polígonos ubicados en los ejidos de Bledos, Ignacio Allende, Puerto Espino, San José de la Purísima, así como uno en el municipio de Mexquitic de Carmona, algunos de ellos con colindancia entre ellos mismos.



carácter estatal más cercanas.

IV.2.1.2 Regiones prioritarias

La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con base a características similares de acuerdo con parámetros establecidos u objetivos perseguidos. La regionalización con fines ambientales representa una herramienta metodológica básica en la caracterización y planeación ambiental, permitiendo mejorar el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de la regionalización ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con características relevantes y funciones ecológicas vitales para la biodiversidad.

En este contexto, la designación de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad, lo cual se lleva a cabo por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se orienta en la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad, y la funcionalidad de los ecosistemas. Estas delimitaciones regionales no tienen la facultad de regular el uso de suelo, por lo que no prohíben ni establecen condiciones para obras o actividades en su interior, y tampoco tienen la facultad de normar, en este caso, obras de infraestructura ni actividades. Por ello, estas regionalizaciones se consideran un instrumento para la planeación de la conservación, pero jurídicamente no son vinculantes con el proyecto que se pretende desarrollar; sin embargo, fueron tomadas en cuenta a efecto de identificar elementos y factores relevantes a considerar ambientalmente y, al mismo tiempo, tener conocimiento de la fragilidad de los ecosistemas involucrados con el desarrollo del proyecto.

La regionalización para la conservación de la biodiversidad involucra diferentes tipos de ambientas, considerando las condiciones específicas que cada uno de ellos puede brindar para el crecimiento y desarrollo de especies determinadas, influyendo en la diversidad de especies y la abundancia de individuos. Considerando esta característica, se decidió dividir la regionalización en cuatro diferentes categorías: terrestres prioritarias (RTP), áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS), hidrológicas prioritarias (RHP) y marinas prioritarias (RMP).

Con relación a los ejercicios de regionalización llevados a cabo por la CONABIO y la ubicación con el SAR, se obtuvieron los resultados que se describen en los siguientes apartados.

IV.2.1.2.1 Regiones terrestres prioritarias (RTP)

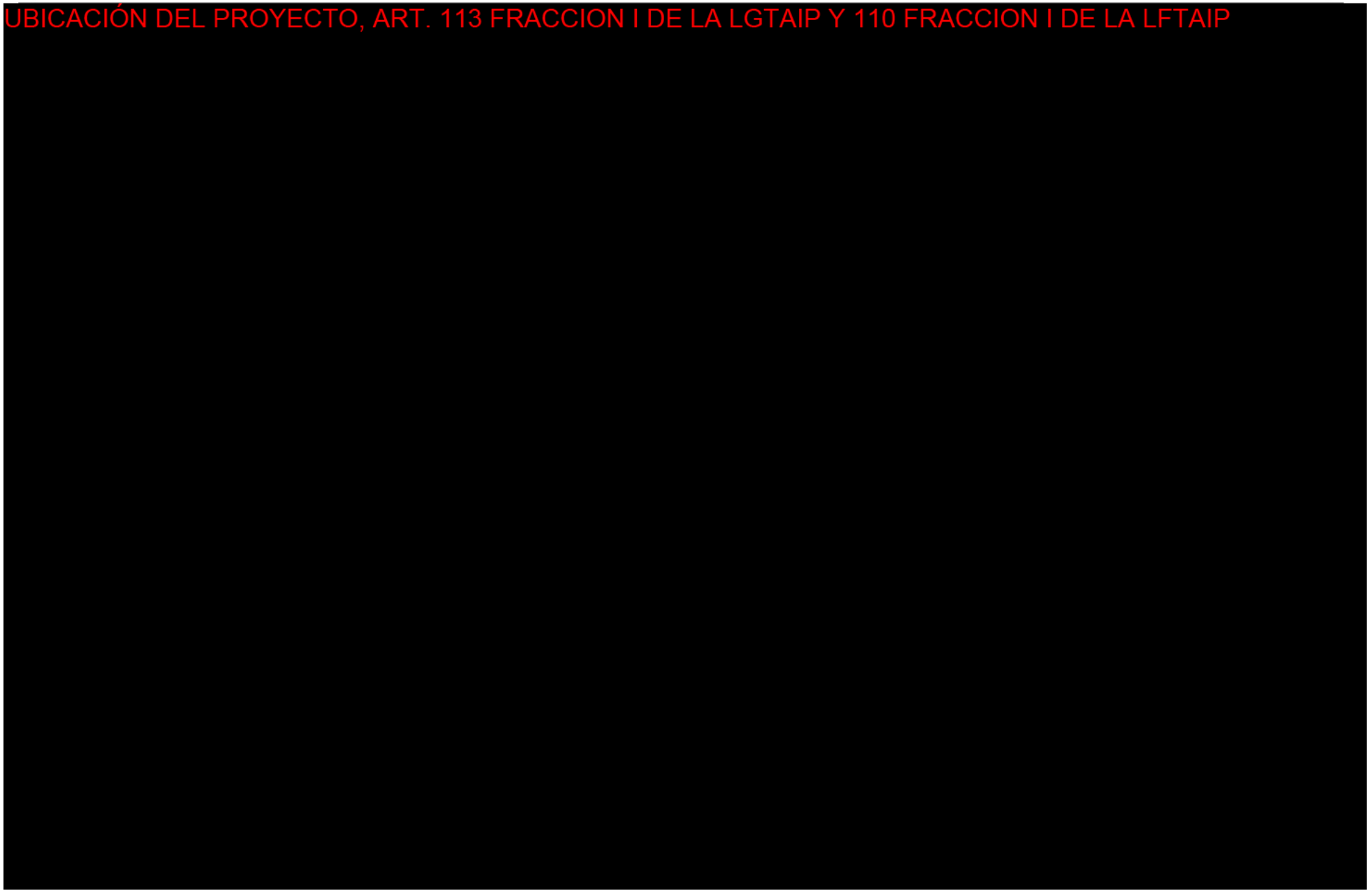
Esta regionalización tiene como finalidad identificar y fortalecer la conservación de aquellos sitios con un altor valor de biodiversidad en los ambientes terrestres nacionales. Su principal objetivo es la identificación de aquellas áreas terrestres que sean relevantes y se diferencien por su riqueza ecosistémica, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. Arriaga et al. (2009) mencionan que los criterios que se usan para su determinación están: 1) extensión del área; 2) integridad ecológica funcional de la región; 3) importancia como corredor biológico entre regiones; 4) diversidad de ecosistemas; 5) fenómenos naturales extraordinarios (*e.g.*, localidades de hibernación, migración o reproducción); 6) presencia de endemismos; 7) riqueza específica; 8) centros de origen y diversificación natural, y 9) centros de domesticación o mantenimiento de especies útiles.

De acuerdo con los estudios realizados por la CONABIO, al final se constituyeron 152 de estas regiones, cubriendo una superficie de 515,558 km^2, la cuarta parte del territorio nacional (Información de la CONABIO en su página web: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html).

Del análisis realizado a esta regionalización con respecto al SAR definido para el desarrollo del proyecto, se encontró que existe traslape del SAR con la RTP-98 Sierra de Álvarez de 43.31 ha al noreste del polígono del SAR (Figura IV.7). Se trata de una RTP que comprende 2,265 km^2, ubicada en su totalidad dentro del estado de San Luis Potosí. Los municipios inmersos parcialmente en esta región prioritaria son Armadillo de los Infante, Cerro de San Pedro, Ciudad Fernández, Rioverde, San Luis Potosí, San Nicolás Tolentino, Santa María del Río, Tierra Nueva, Villa Hidalgo y Zaragoza. Como característica sobresaliente de esta región es que dentro de su poligonal quedan inmersas las ANP área de protección de flora y fauna Sierra de Álvarez y el parque nacional El Potosí.

Otras características que se resaltan de estar región en su ficha técnica es que, se trata de una región delimitada por macizos montañosos con rocas sedimentarias. En su parte alta predominan vegetación templada de pino – encino, con áreas destinadas a la producción agropecuaria. En su parte baja crece vegetación tipo xerófila, como matorral crasicaule, matorral submontano y pastizal natural.

Los valores estimados para determinar su relevancia para la conservación de la biodiversidad son: integridad ecológica funcional 3 (medio); fenómenos naturales extraordinarios 0 (no se conoce); presencia de endemismos 2 (medio); riqueza específica 2 (medio); nivel de la fragmentación de la región 2 (medio; desmonte del bosque de pino – encino y cambios de uso del suelo); presión sobre especies clave 2 (medio; encinos y enebros); concentración de especies en riesgo 2 (medio; principalmente sobre mamíferos: ocelote, ardilla coladora y otros roedores), y, prácticas de manejo inadecuado 2 (medio; agricultura de temporal y desmonte). Mientras que, por otro lado, no se conocen políticas ni actividades encaminadas a la conservación de la región, a pesar de que se considera una región moderadamente bien muestreada.

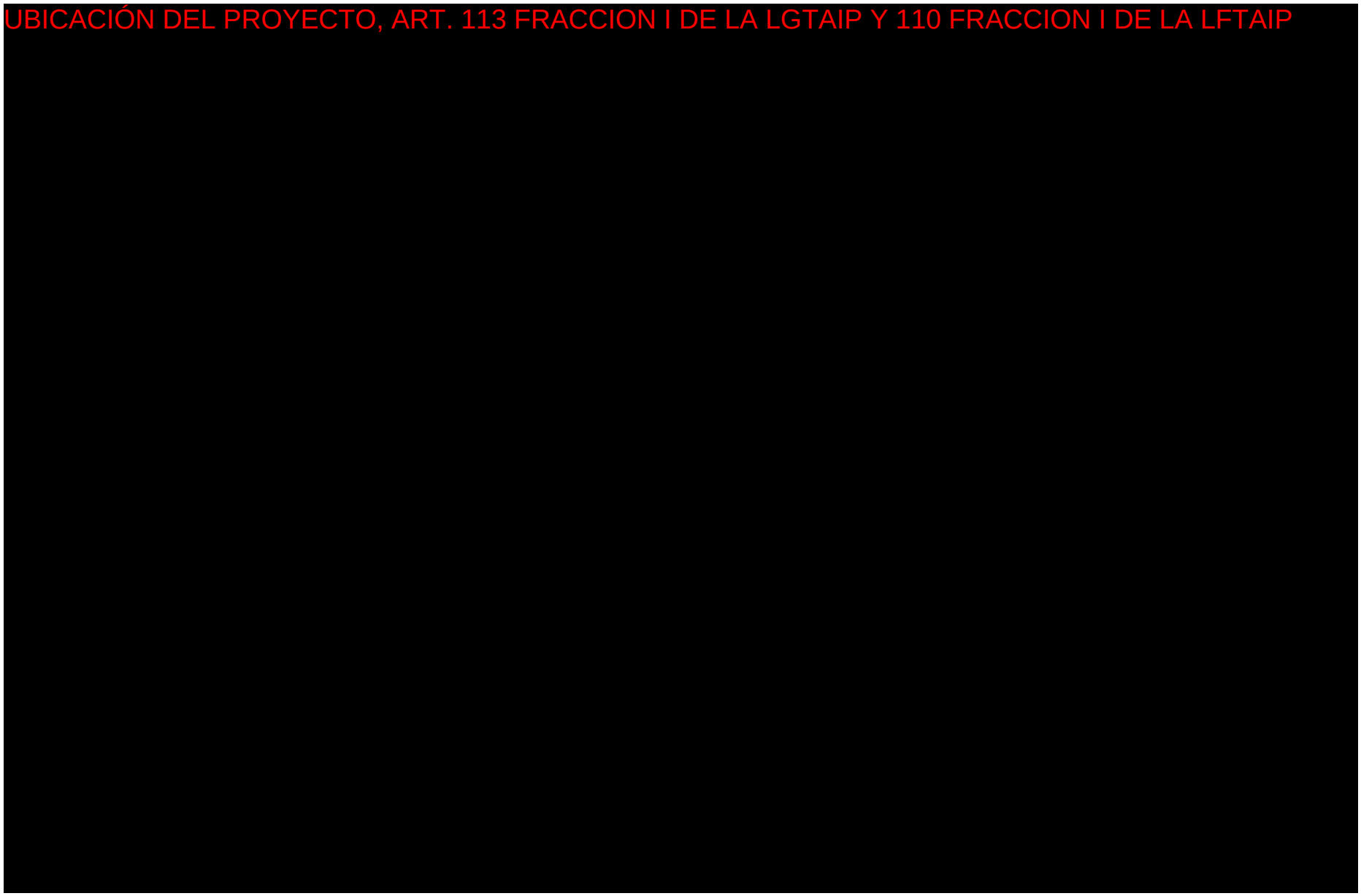

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.2.1.2.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Las AICAS son áreas prioritarias importantes para la conservación de las aves. Arriaga et al. (S/F) mencionan que los criterios que se utilizaron para la diferenciación de estas áreas se agrupan en cinco categorías que incluyen: 1) sitios donde se presentan cantidades significativas de especies que se han catalogado como amenazadas, en peligro de extinción, vulnerables o declinando numéricamente; 2) lugares que mantienen poblaciones locales con rangos de distribución restringido; 3) áreas que mantienen conjuntos de especies restringidos a un bioma o hábitat único o amenazado; 4) zonas que se caracterizan porque presentan congregaciones grandes de individuos, y 5) sitios importantes para la investigación ornitológica.

De acuerdo con información de la CONABIO en su sitio web http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html, en México existen 272 áreas con esta denominación, mismas que están agrupadas en cuatro coordinaciones regionales (Noreste, Noroeste, Sur y Centro). Cada AICA tiene una descripción técnica que incluye una explicación biótica y abiótica, un listado avifaunístico de las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

De acuerdo con el análisis realizado, el SAR definido para el proyecto NO se ubica total o parcialmente dentro de la poligonal de alguna región bajo esta denominación (Figura IV.8). Este se ubica entre tres AICA, más o menos a la misma distancia. Al noreste del SAR, a 127.23 km de distancia, se ubica la AICA 245 “San Nicolás de los Montes”; 127.29 km al sureste del SAR se encuentra la AICA 7 “Sótano del Barro”, y, a 79.53 km al sur se ubica la AICA 27 “Sierra de Santa Rosa”.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.2.1.2.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Estas regiones, al igual que las dos anteriores, fueron creadas por la CONABIO con el objetivo de establecer un marco de referencia que pudiera ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, con base en las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas.

Del trabajo realizado por la CONABIO, se tuvo como resultado la creación de 110 RHP (ver: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html). De estas 110 regiones, 75 se clasifican como amenazadas, mismo número como regiones de alta biodiversidad y 29 como regiones hidrológicas con desconocimiento científico. Además, 82 corresponden a áreas de uso y 75 tienen una alta riqueza biológica con potencial para su conservación.

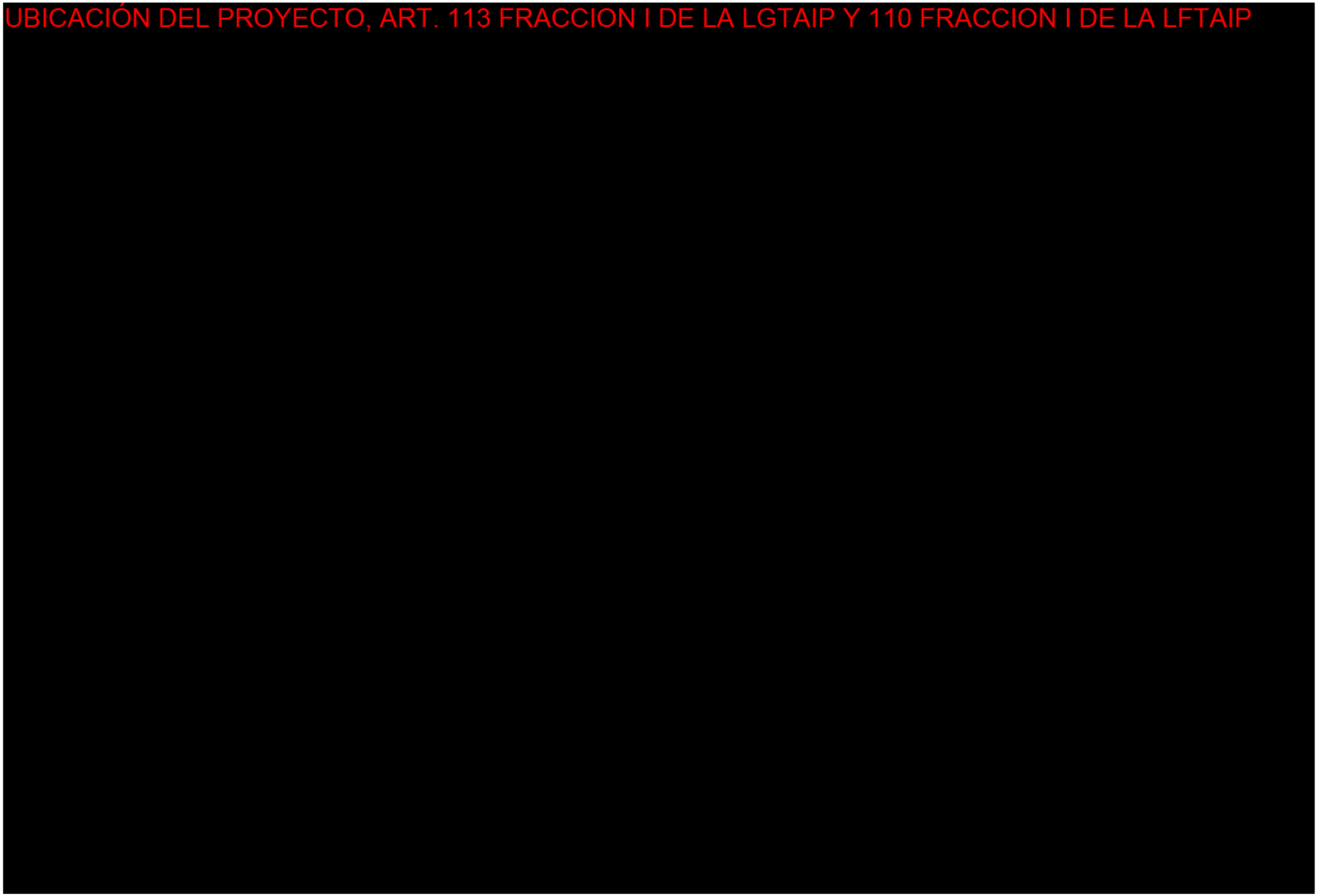
Con base al análisis realizado, se encontró que el SAR del proyecto se sobrepone con la poligonal de la RHP 75 denominada “Confluencia de las Huastecas”, en aproximadamente 23,191.33 ha del SAR de las 36,806.64 ha totales (Figura IV.9).

De acuerdo con la CONABIO (ver: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_075.html), esta región hidrológica se forma por 27,404.85 km^2 comprendiendo parte de los estados de Veracruz, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí. Tiene cuerpos lénticos relevantes, entre ellos la presa Zimapán y los lagos Meztitlán y Molando; así como lóticos, entre los que destacan los ríos Santa María, Pánuco o Tamuín, Grande de Meztitlán, San Pedro, Moctezuma y Jalpan.

Se trata de una región hidrológica en la que confluyen diversas sierras: Alaquines, Jalpan, Tanchipa, Huayacocotla, Zimapán, Los Mármoles y Pachuca. Predominan los suelos pertenecientes a los grupos Regosol, Vertisol, Litosol, Rendzina y Cambisol, en los que se producen cultivos de cítricos, caña de azúcar, café y se desarrolla la ganadería para la producción ovina, bovina, porcina y caprina.

Además de las actividades agropecuarias, En la región también se practican actividades mineras relacionadas con el aprovechamiento de manganeso, la silvicultura, el turismo e industrial por la empresa Pepsi Cola. Sin embargo, estas han ocasionado modificaciones en el entorno, como la tala inmoderada, la sobreexplotación y contaminación de los mantos acuíferos con manganeso, mercurio, coliformes fecales y alto DBO derivado del beneficio del café.

Para favorecer la conservación del medio ambiente, se considera necesario controlar el ecoturismo y la operación de la embotelladora Pepsi Cola, así como enfocar las actividades de conservación de los componentes ambientales en aquellas zonas que aún no han sido fuertemente alteradas.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

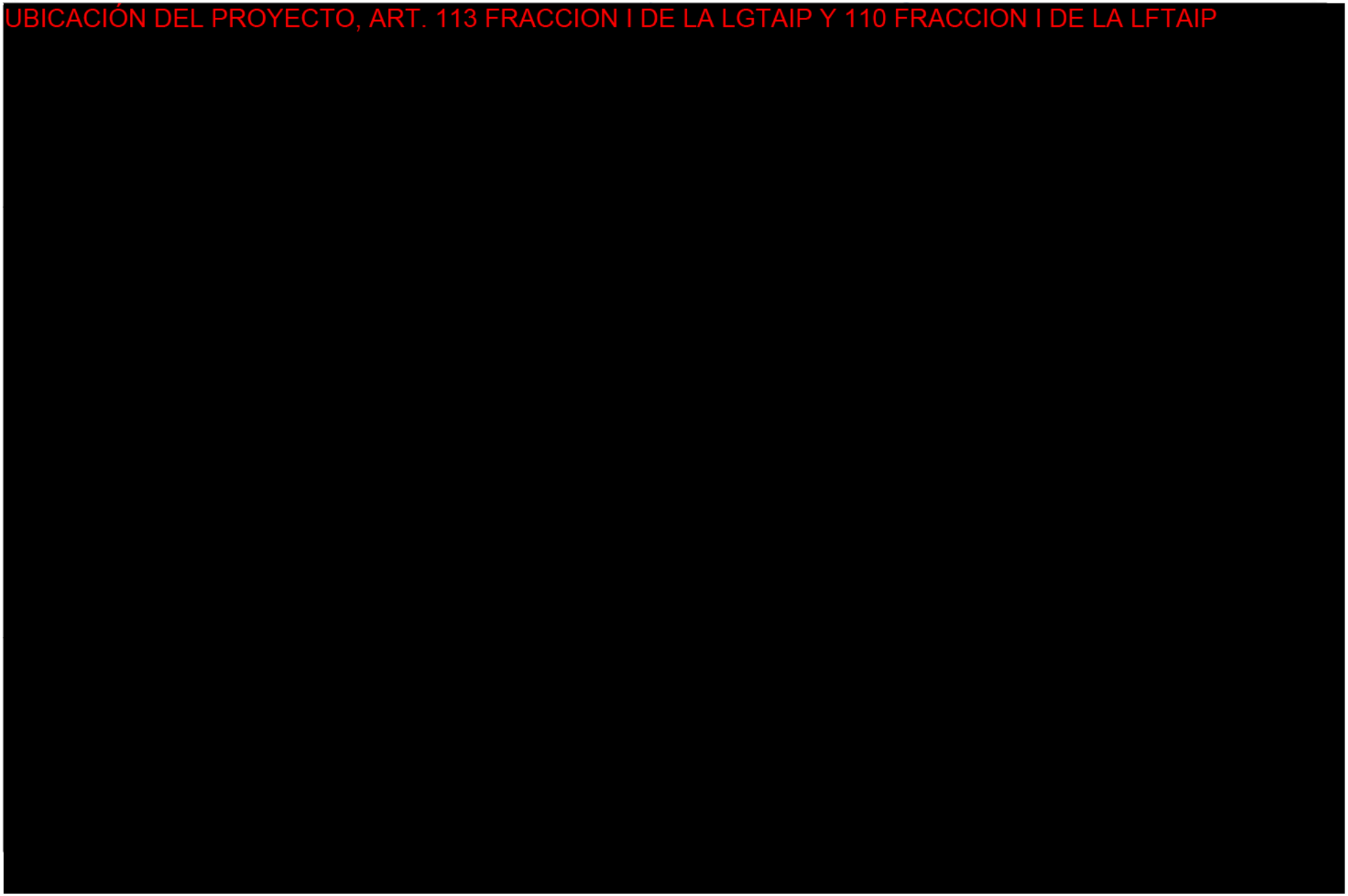
IV.2.1.2.4 Sitios RAMSAR

A través de la Convención Internacional sobre Humedales se acordó la conformación de este tipo de áreas en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, considerando los servicios ecológicos que prestan como reguladores de los regímenes hídricos y su gran biodiversidad. Muchos de los sitios Ramsar declarados coinciden con áreas naturales protegidas, esto con la finalidad de fortalecer la necesidad y las actividades tendientes a su conservación. En México existen declarados 142 sitios Ramsar, los cuales abarcan 8'643,581.52 ha.

El SAR del proyecto NO se ubica dentro o colindante a un sitio que ostente esta categoría (Figura IV.10). Los sitios RAMSAR más cercanos al SAR son Ciénega de Tamasopo y (El Jagüey) Buenavista de Peñuelas.

El sitio RAMSAR 1814 Ciénega de Tamasopo se ubica aproximadamente a 159.2 km al este del SAR, en el municipio de Tamosopo, dentro del estado de San Luis Potosí. La Convención Internacional sobre Humedales Ramsar inscribió a este sitio en la Lista de Humedales de Importancia Internacional el 02 de febrero de 2008. Y, el sitio RAMSAR 1972 (El Jagüey) "Buenavista de Peñuelas" se ubica al suroeste del SAR en el municipio y estado de Aguascalientes, a aproximadamente 150.87 km de distancia, quedando inscrito como tal el 02 de febrero de 2011.

Al no existir alguna injerencia del polígono del SAR con la poligonal de los sitios RAMSAR antes mencionados, ni ningún otro, no se profundiza en su descripción ya que no aportaría nada a la caracterización regional del polígono del SAR.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

IV.3.1 Medio Abiótico

IV.3.1.1 Clima

IV.3.1.1.1 Clasificación climática

Entre los factores que van a determinar el clima de una región se encuentra, con alto grado de influencia, como primer determinante, la ubicación geográfica en la que se encuentra y, por otro lado, está la conformación geomorfométrica de la región y la ocurrencia de vientos a lo largo del año. Por la situación geográfica del SAR, al estar ubicado en la parte centronorte del país, colindante con la Sierra Madre Oriental, su variabilidad climática se caracteriza por predominar los climas áridos y semiáridos, determinado por la distribución de su temperatura y precipitación a través del tiempo y año. Procedentes del Golfo de México se presentan los vientos alisios, que son los responsables de acarrear el aire húmedo necesario para las precipitaciones. Y, durante la parte seca del año predominan con frecuencia vientos secos que provienen del oeste.

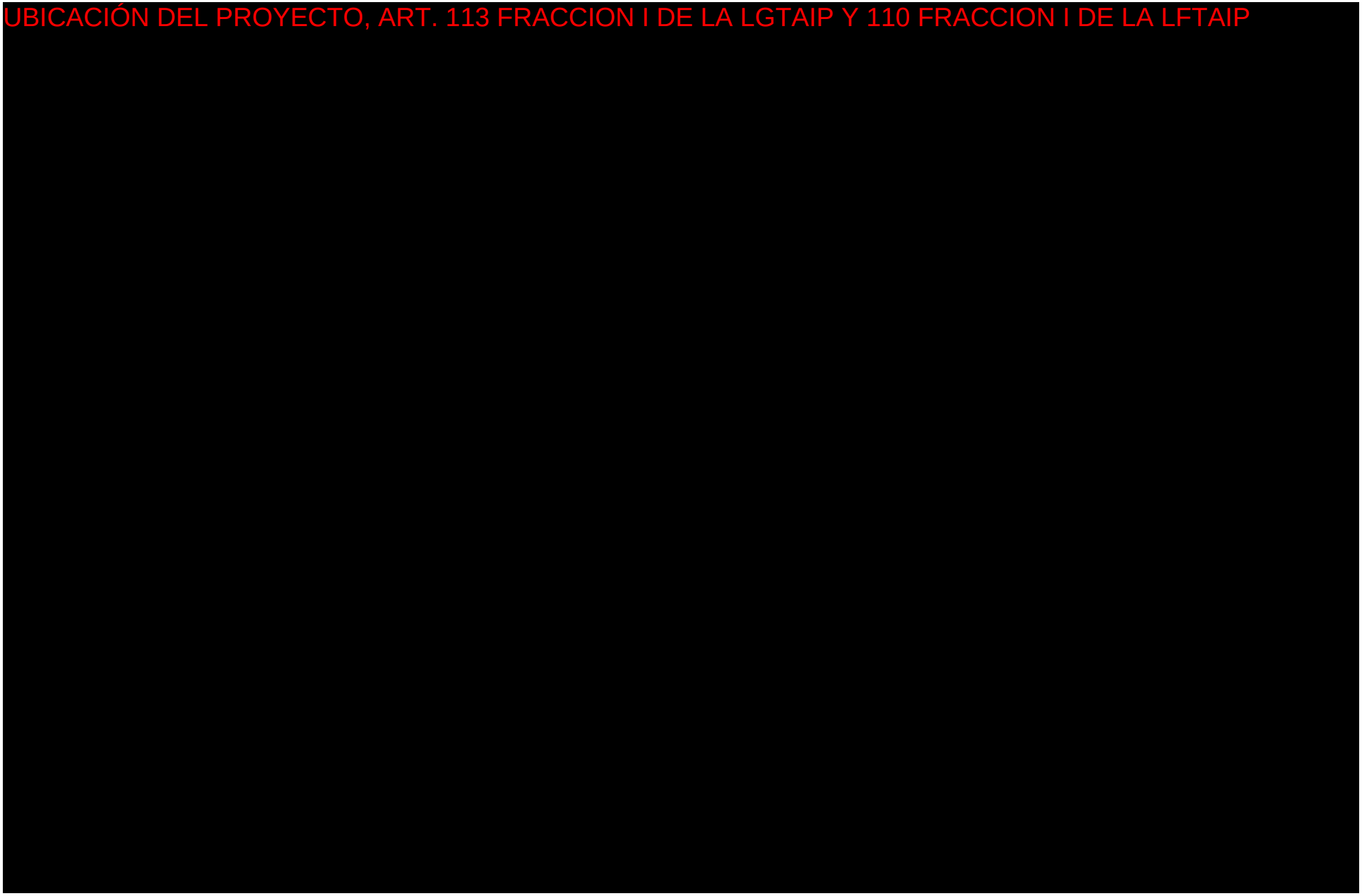
Las perturbaciones ciclónicas que se originan entre junio y octubre, tanto en el Atlántico como en el Pacífico, pueden provocar periodos de copiosas y prolongadas lluvias. En esta zona también se presentan incursiones de masas de aire frío procedentes del norte que son más o menos frecuentes en diciembre, enero y febrero, siendo las principales responsables de las temperaturas bajas y muchas veces también de lapsos pasajeros de nubosidad.

De acuerdo con la información del INEGI respecto a la clasificación climática del SAR, este se encuentra bajo la presencia de tres regiones climáticas, en la cual predomina el clima árido templado tipo BS_0k”w, encontrándose cubriendo prácticamente todo el polígono, dejando solo dos pequeñas áreas al sur del SAR con características climáticas ligeramente diferentes (Figura IV.11). Hacia el sur del polígono se tiene una zona con clima árido semicálido tipo BS_0hw y, al sureste una pequeña área con un tipo climático semiárido templado BS_1k"w.

El clima árido templado tipo BS_0k”w, es el predominante en el SAR, según su fórmula climática, se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C. Su régimen de lluvias es estacional de verano con un porcentaje de lluvia invernal entre 5.0% y 10.2% del total anual.

El tipo climático árido semicálido tipo BS_0hw, el segundo con mayor cobertura en el SAR, de acuerdo con su fórmula climática, se trata de un clima con una temperatura media anual entre los 18 y 22°C, una temperatura del mes más frío menor de los 18°C y la temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Sus lluvias se caracterizan por presentarse en verano con un porcentaje de lluvia invernal entre el 5 y el 10.2% del total anual.

El tercer tipo de clima presente en el SAR comprende aproximadamente 122.41 ha al sureste del polígono, en la zona colindante con el ANP área de protección de flora y fauna Sierra de San Miguelito. Se trata de clima semiárido templado tipo BS_1k"w, el cual se describe como semiárido templado con una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3.0 y 18.0°C y la temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Su régimen de lluvias es de verano con un porcentaje de lluvia invernal de entre 5.0 y 10.2% de la precipitación total anual.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

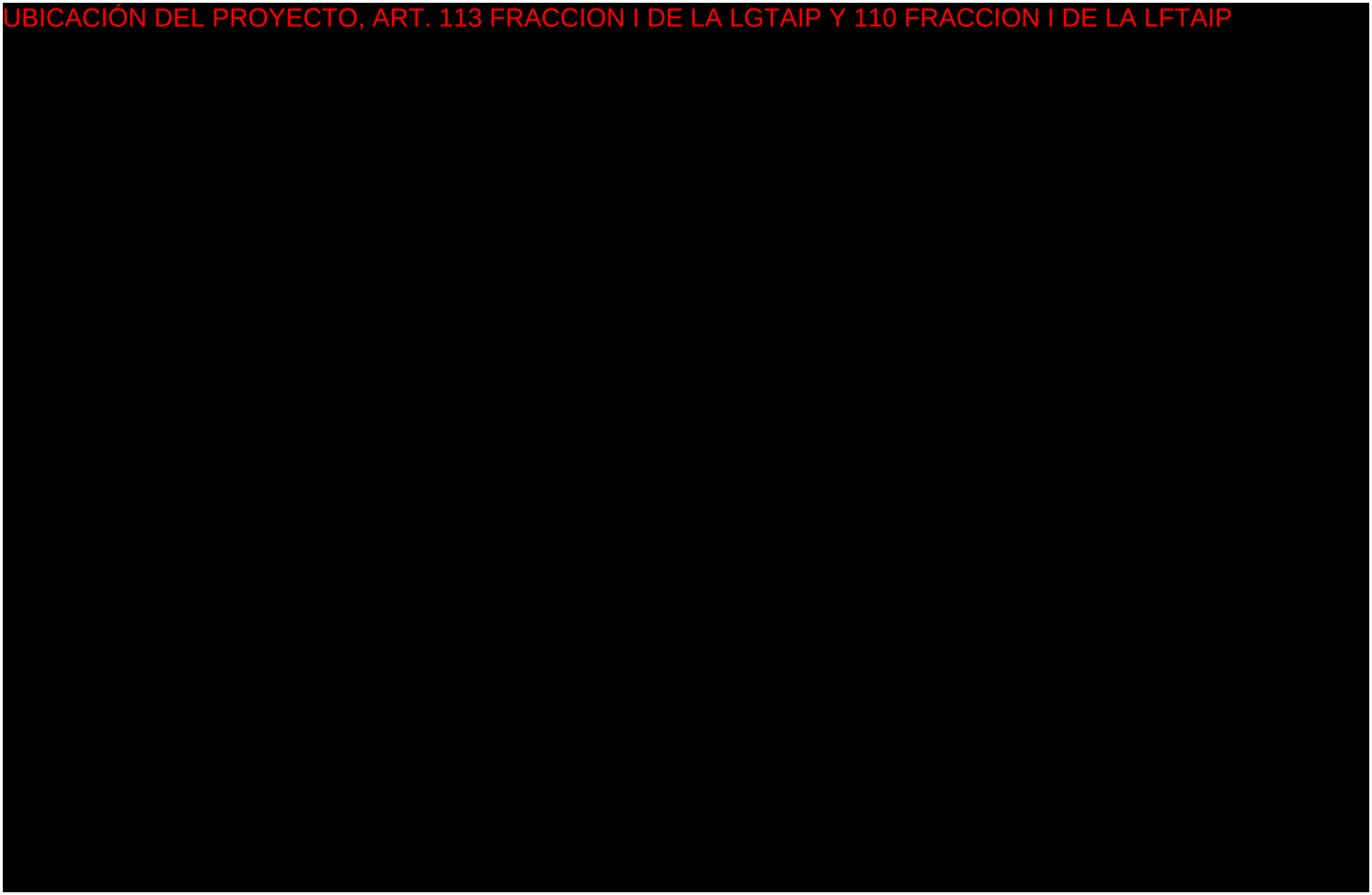
Para tener información más detallada de los factores climáticos prevalecientes en el SAR delimitado para el proyecto, se revisó la información de las estaciones climatológicas instaladas en la región. La información de cada una de las estaciones meteorológicas, así como su ubicación, se obtuvo de las normales climatológicas del sistema meteorológico nacional en la página de la CONAGUA (http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=gto) y de la base de datos de las estaciones meteorológicas del país de la página web http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html.

En el caso particular que nos ocupa no se encontraron estaciones meteorológicas dentro de la poligonal del SAR. Por lo que, para poder caracterizar el clima se seleccionaron seis estaciones climatológicas usando como criterios que estuvieran ubicadas como máximo 10 km de los límites del SAR definido para el desarrollo del proyecto y con información suficiente y con registro mínimo de información de 15 años para poder caracterizar el clima. De las seis estaciones seleccionadas, dos se encuentran en el municipio de San Luis Potosí, una en el de Soledad de Graciano Sánchez, dos en Zaragoza y una más en el de Santa María del Río.

La Tabla IV.3 tiene el listado completo e información general de las estaciones meteorológicas seleccionadas y, en la Figura IV.12 se ubican con respecto al SAR del proyecto y la clasificación climática del INEGI.

Tabla IV.3. Estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima del SAR del proyecto.

Estación		Ubicación (Mpio.)	Altitud (msnm)	Coordenadas	
Clave	Nombre			X	Y
24046	Ojo Caliente	Santa María del Río	1,759.0	21°50'59"	100°45'44"
24069	San Luis Potosí (DGE)	San Luis Potosí	1,870.0	22°09'10"	100°58'38"
24081	Soledad de Graciano	Soledad de Graciano	1,850.0	22°10'59"	100°56'27"
24106	Zaragoza	Zaragoza	1,983.0	22°02'15"	100°43'55"
24111	San Luis Potosí (SMN)	San Luis Potosí	1,871.0	22°08'59"	100°58'30"
24179	Xoconoxtle	Zaragoza	2,068.0	22°05'54"	100°42'36"


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

El resultado del análisis a la base de datos de las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización climática arrojó la información que a continuación se describe. El orden de la presentación de los resultados sigue el orden numérico de la clave de las estaciones climatológicas analizadas, sin dar relevancia a alguna de ellas.

- Estación meteorológica Ojo Caliente (24046): $BS_0hw(e)$ → Árido, semicálido, temperatura media anual entre 18°C y 22°C (18.6°C) y la del mes más frío bajo 18°C (14.0°C). Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (19.9; BS_0), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (7.76%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.4°C).

La Figura IV.13 muestra el comportamiento de las temperaturas promedio mensual, máximas y mínimas, así como de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica.

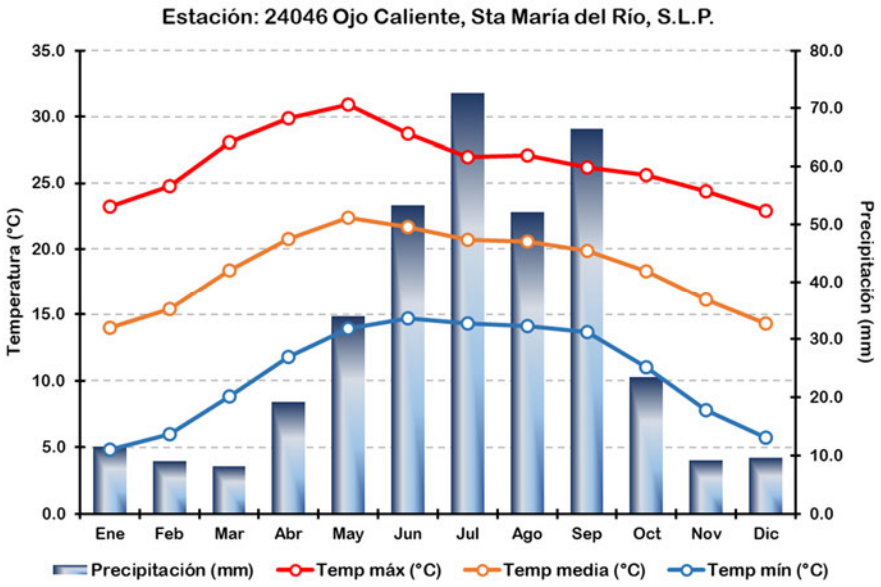


Figura IV.11. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Ojo Caliente, ubicada en el municipio de Santa María del Río, S.L.P.

- Estación meteorológica San Luis Potosí (DGE) (24069): $BS_0kw(e)$ → Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.4°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (13.0°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.0°C). Régimen de lluvias de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad más caliente del año que en el más seco, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (22.5; BS_0), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (7.12%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.0°C).

La Figura IV.14 muestra el comportamiento de las temperaturas promedio mensual, máximas y mínimas, así como de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica.

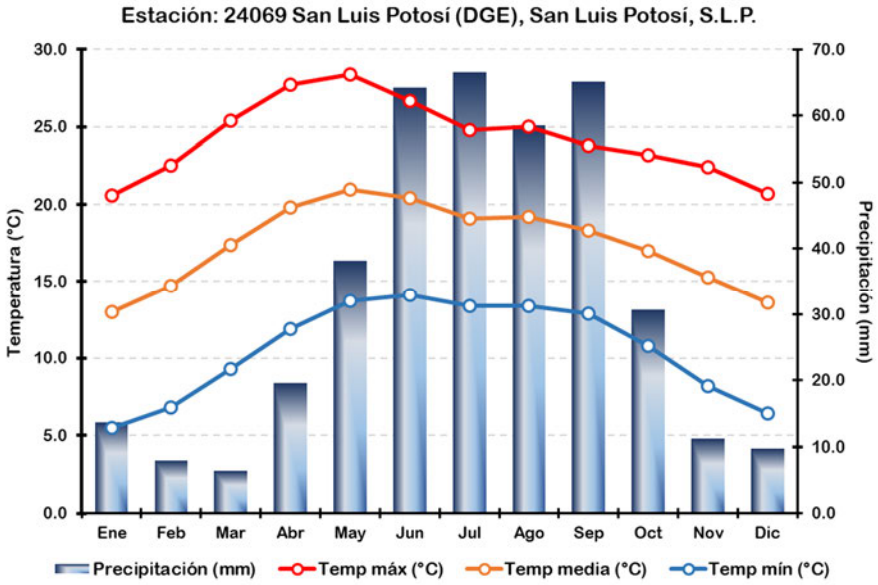


Figura IV.12. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica San Luis Potosí (DGE), ubicada en el municipio de mismo nombre, S.L.P.

- Estación meteorológica Soledad de Graciano (24081): BS_0kw(e) → Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.7°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (12.7°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.4°C). Régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (19.4; BS_0), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (9.15%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.7°C).

La Figura IV.15 muestra el comportamiento de las temperaturas promedio mensual, máximas y mínimas, así como de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica.

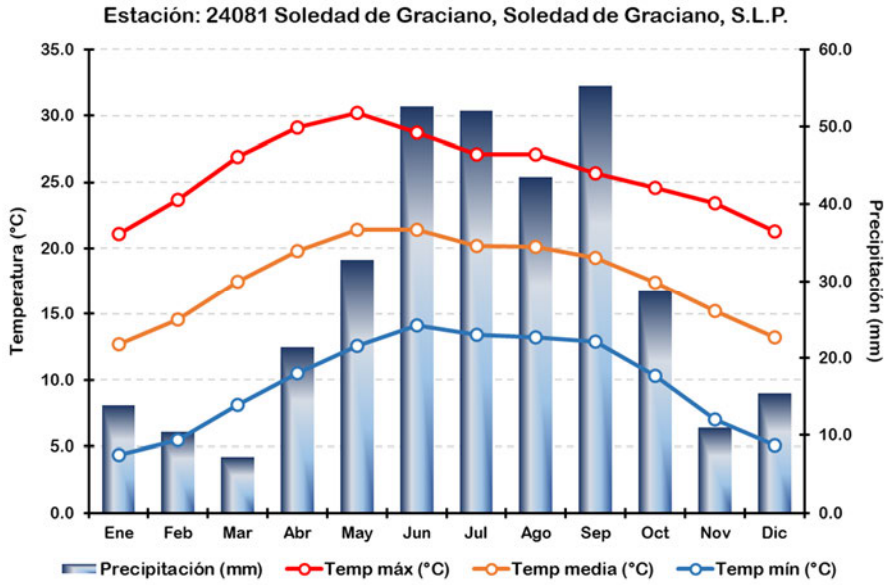


Figura IV.13. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Soledad de Graciano, ubicada en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

- Estación meteorológica Zaragoza (24106): BS_0kw(e) → Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.6°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (13.2°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.0°C). Régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (18.6; BS_0), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (8.65%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 7.8°C).

La Figura IV.16 muestra el comportamiento de las temperaturas promedio mensual, máximas y mínimas, así como de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica.

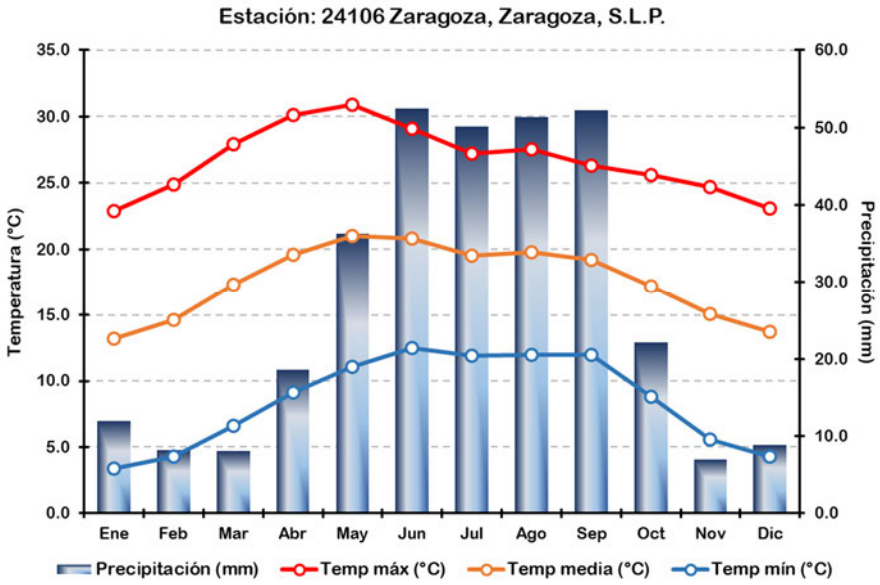


Figura IV.14. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Zaragoza, ubicada en el municipio de mismo nombre, S.L.P.

- Estación meteorológica San Luis Potosí (SMN) (24111): BS_0kw(e) → Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.6°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (13.0°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.3°C). Régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (20.4; BS_0), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (9.44%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.3°C).

La Figura IV.17 muestra el comportamiento de las temperaturas promedio mensual, máximas y mínimas, así como de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica.

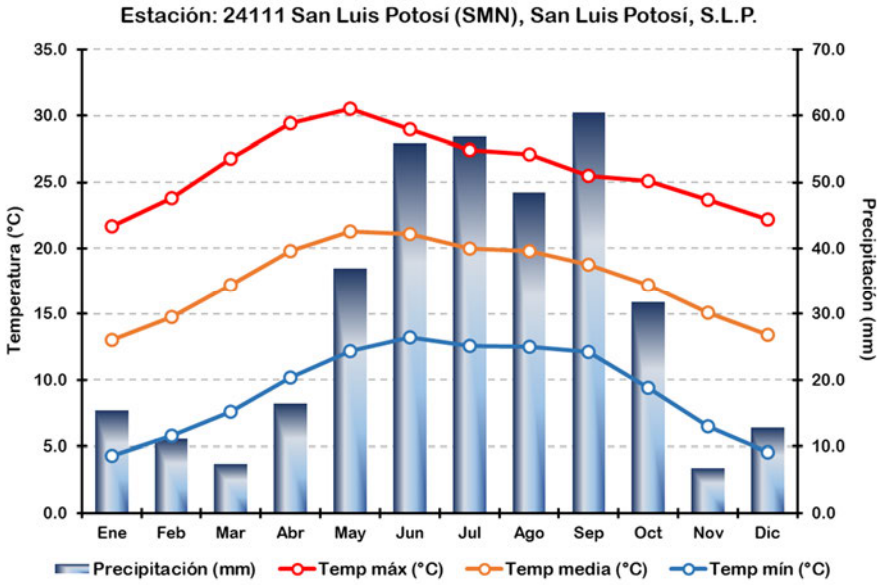


Figura IV.15. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica San Luis Potosí (SMN), ubicada en el municipio de mismo nombre, S.L.P.

- Estación meteorológica Xoconoxtle (24179): BS_1kw(e) → Semiárido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (15.0°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (11.4°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (18.5°C). Régimen de lluvia de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad más caliente del año que en el más seco, con un coeficiente P/T mayor de 22.9 (25.6; BS_1), el menos seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (6.85%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 7.1°C).

La Figura IV.18 muestra el comportamiento de las temperaturas promedio mensual, máximas y mínimas, así como de la precipitación total mensual obtenida de la base de datos analizada para esta estación meteorológica.

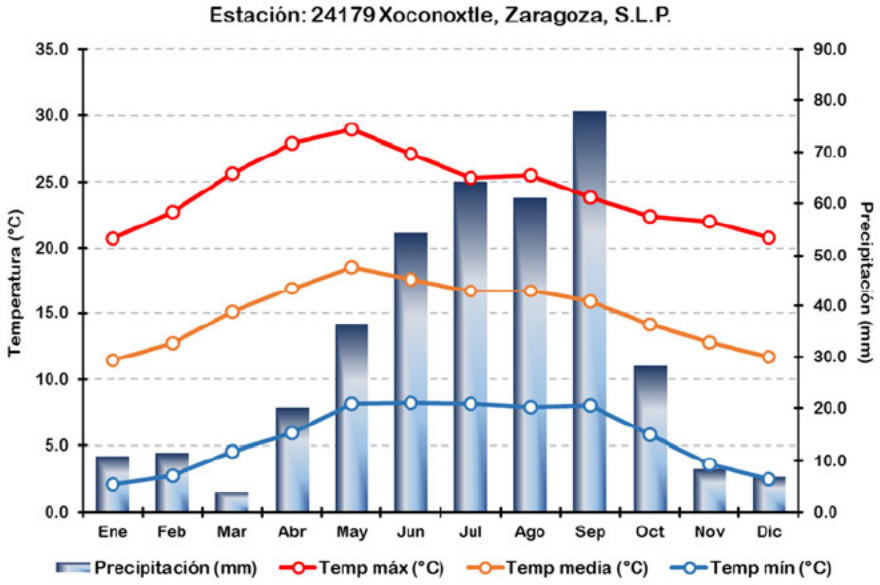


Figura IV.16. Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Xoconoxtle, ubicada en el municipio de Zaragoza, S.L.P.

Tabla IV.4. Clasificación climática en el sistema ambiental regional del proyecto tomando en cuenta la base de datos de las estaciones meteorológicas seleccionadas.

Clave	Ubicación	Fórmula	Descripción
24046	Ojo Caliente	$BS_0hw(e)$	Árido, semicálido, temperatura media anual entre 18°C y 22°C (18.6°C) y la del mes más frío bajo 18°C (14.0°C). Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (19.9; BS_0), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (7.76%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.4°C)
24069	San Luis Potosí (DGE)	$BS_0kw(e)$	Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.4°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (13.0°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.0°C). Régimen de lluvias de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad más caliente del año que en el más seco, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (22.5; BS_0), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (7.12%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.0°C).
24081	Soledad de Graciano	$BS_0kw(e)$	Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.7°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (12.7°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.4°C). Régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (19.4; BS_0), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (9.15%).

Clave	Ubicación	Fórmula	Descripción
			Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 8.7°C).
24106	Zaragoza	$BS_0kw(e)$	Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (17.6°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (13.2°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (21.0°C). Régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, con un coeficiente P/T menor de 22.9 (18.6; BS_0), el más seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (8.65%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 7.8°C).
24111	San Luis Potosí (SMN)	$BS_0kw(e)$	Árido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (15.0°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (11.4°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (18.5°C). Régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, con un coeficiente P/T mayor de 22.9 (25.6; BS_1), el menos seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (6.85%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 7.1°C).
24179	Xoconoxtle	$BS_1kw(e)$	Semiárido, templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12° y 18°C (15.0°C), la del mes más frío entre -3° y 18°C (11.4°C), y la del mes más caliente sobre 18°C (18.5°C). Régimen de lluvia de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad más caliente del año que en el más seco, con un coeficiente P/T mayor de 22.9 (25.6; BS_1), el menos seco de los BS, y con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% (6.85%). Oscilación anual de las temperaturas medias mensuales extremosa (entre 7° y 14°C; 7.1°C).

De las seis estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima de la región con base en el registro de los factores climáticos, se encontró que en cinco de estas tiene un clima árido y solo en la estación Xoconoxtle que se ubica al noreste del SAR, en el municipio de Zaragoza, se tiene un clima semiárido (Tabla IV.4).

Considerando los valores de las temperaturas medias, mínimas y máximas, registradas en las estaciones meteorológicas analizadas, en cinco de las seis estaciones se tiene un clima templado con verano cálido. Se llegó a este resultado toda vez que sus temperaturas medias anuales estuvieron entre 12° y 18°C, las de su mes más frío entre -3° y 18°C y la de los meses más caliente sobre 18°C. La estación Ojo Caliente, ubicada al suroeste del SAR, en el municipio de Santa María del Río, fue la única con un clima considerado como semicálido, resultado de que su temperatura media anual estuvo entre 18°C y 22°C (18.6°C) y la del mes más frío bajo 18°C (14.0°C).

En todos los climogramas se puede ver que existe un periodo bien marcado de precipitación, definido entre mayo y octubre, sin embargo, con base en los registros de las estaciones meteorológicas, se puede determinar que en algunas de ellas se tiene un considerable volumen del total anual en la época seca. De acuerdo con los valores obtenidos, en cuatro estaciones se tiene un régimen de lluvia intermedio entre de verano e invierno, toda vez que la precipitación del mes más lluvioso no resultó ser 10 veces mayor al del más seco, generalmente marzo. En las estaciones San Luis Potosí (DGE) y Xoconoxtle resultó un régimen de lluvias de verano, es decir, por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad más caliente del año que en el más seco.

En todas las estaciones se encontró coincidencia en el porcentaje de lluvia invernal, el cual estuvo entre el 5 y 10.2% de la precipitación total anual, y la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, clasificando a los climas como extremosos debido a que la variación fluctuó entre 7 y 14°C.

IV.3.1.1.2 Temperaturas máximas y mínimas

Las temperaturas máximas promedio mensuales obtenidas van de los 24.3° a los 26.7°C, lo que representa poca variación entre estaciones meteorológicas en esta variable (CV = 4.10%) (Tabla IV.5). Dos estaciones ubicadas al este del SAR, Ojo Caliente y Zaragoza, fueron las que alcanzaron las máximas temperaturas máximas promedio mensuales con 26.7 y 26.6°C, la primera en el municipio de Santa María del Río y, la segunda, en Zaragoza. Por lo contrario, en la estación San Luis Potosí (DGE) fue donde se registró la menor temperatura máxima promedio mensual con 24.3°C, lo que discrepa un poco de la otra estación de San Luis Potosí (SMN), donde se registró 26.0°C de temperatura máxima promedio.

La variación de la temperatura mínima promedio mensual entre las estaciones meteorológicas analizadas fue de 5.0°C, siendo el valor máximo de 10.6°C en la estación Ojo Caliente, del municipio de Santa María de Río, y el mínimo de 5.6°C en la estación Xoconoxtle, ubicada en el municipio de Zaragoza (Tabla IV.5). Estos valores indican que existe una amplia variación en la temperatura mínima promedio mensual en la región analizada (C.V. = 20.6%).

Tabla IV.5. Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización climática del proyecto.

Estación		Ubicación (Mpio.)	Temperatura (°C)		Evaporación (mm)	Días con lluvia (No.)	Pp (mm)	Lluvia intensidad (mm)	Días con granizo (No.)
Clave	Nombre		Máxima	Mínima					
24046	Ojo Caliente	Sta. María del Río	26.6	10.6	1,891.00	52.4	368.7	7.0	26.8
24069	San Luis Potosí (DGE)	San Luis Potosí	24.3	10.5	1,975.50	53.2	392.1	7.4	16.9
24081	Soledad de Graciano	Soledad de Graciano	25.7	9.8	---	41.7	344.3	8.3	18.4
24106	Zaragoza	Zaragoza	26.7	8.5	---	48.9	327.3	6.7	7.4
24111	San Luis Potosí (SMN)	San Luis Potosí	26.0	9.3	1,823.8	62.8	360.2	5.7	21.4
24179	Xoconoxtle	Zaragoza	24.4	5.6	---	53.4	384.0	7.2	27.8
Máximo			**26.7**	**10.6**	**1,975.5**	**62.8**	**392.1**	**8.3**	**27.8**
Mínimo			**24.3**	**5.6**	**1,823.8**	**41.7**	**327.3**	**5.7**	**7.4**
Promedio			**25.6**	**9.1**	**1,896.8**	**52.1**	**362.8**	**7.0**	**19.8**
Desvest			**1.0**	**1.9**	**76.0**	**6.9**	**24.3**	**0.8**	**7.5**
CV			**0.041**	**0.206**	**0.040**	**0.132**	**0.067**	**0.118**	**0.378**

IV.3.1.1.3 Evaporación

La humedad atmosférica proviene de la evaporación a nivel del suelo y, en este proceso, las moléculas de vapor de agua escapan de los cuerpos de agua y del agua que es captada y retenida momentáneamente en la tierra y las plantas. El retorno del agua a la atmósfera se da por medio de procesos físicos y biológicos, combinados presentándose el proceso de evapotranspiración. El proceso físico de la evapotranspiración es la evaporación directa del agua en la superficie del suelo y, el biológico es la absorción del agua y posterior transpiración de los vegetales. Aquí trataremos el término evaporación independiente del de la evapotranspiración.

La evaporación, en sí, depende de la cantidad de calor absorbida por el suelo, que está en relación con el balance energético. La evaporación continuará hasta el momento en que el aire que está en contacto con la superficie evaporante esté saturado, en ese momento se produce un equilibrio entre las moléculas que dejan el líquido y el de las que se transforman en gotas de agua provenientes del vapor de agua. Como consecuencia, los factores meteorológicos que determinan la evaporación son la humedad relativa del aire, la que, a su vez, es función de la humedad absoluta y de la temperatura del aire, la radiación solar, así como de la velocidad del viento. Como consecuencia, cuanto más rápido es el viento, más rápidamente se renueva el aire en contacto con la superficie que se evapora.

De las seis estaciones meteorológicas analizadas, tres de ellas no tienen registros de esta variable: 24081 Soledad de Graciano, 24106 Zaragoza y 24179 Xoconoxtle. Los valores obtenidos en las tres estaciones meteorológicas con información, resultó que el valor de esta variable va de los 1,823.8 mm a los 1,975.5 mm promedios totales anuales, con un valor promedio anual de 1,896.8 mm (Tabla IV.5). El valor menor de evaporación (1,823.8 mm promedio anual) se tiene en la estación meteorológica San Luis Potosí (SMN) y, por otro lado, el valor máximo (1,975.5 mm promedio total anual) se tiene en la estación meteorológica San Luis Potosí (DGE).

IV.3.1.1.4 Precipitación y días con lluvias al año

La precipitación se puede presentar en forma líquida (lluvia y llovizna) y sólida (granizo y nieve). A nivel nacional, las precipitaciones que mayor volumen de agua descargan es la líquida, sumando la lluvia y la llovizna. Éstas se clasifican en tres tipos, de acuerdo con el ascenso de la masa de aire húmedo: orográfica, convectiva y ciclónica (Aranda, 1998).

Según lo describe el autor arriba mencionado, la precipitación orográfica se da cuando existe una barrera que provoca una elevación del viento proveniente del mar ocasionando un ascenso, enfriamiento de la masa de aire y, finalmente, la precipitación.

La convectiva la describe como aquella ocasionada por el ascenso de una masa de aire caliente, ocasionando su enfriamiento adiabáticamente (sin intercambiar calor con su entorno), hasta alcanzar su punto de condensación y formar nubosidad de tipo cumuliforme y darse la precipitación en forma de aguacero.

Por último, la precipitación ciclónica la asocia al paso de un ciclón y las divide en no frontales y frontales. Las primeras resultan del ascenso de una masa de aire debido a la convergencia de masas de aire que tienden a rellenar la zona de baja presión; y el frontal se asocia a un frente frío o a un frente cálido. En el primer caso, el aire cálido es desplazado por el aire frío formando una nubosidad vertical que provoca chubascos, los cuales a veces llegan a ser intensos, tormentas y granizadas. Y, en las precipitaciones de frentes cálidos el aire caliente asciende formando una

nubosidad más estratiforme y, por lo tanto, provoca lluvias y lloviznas más continuas y prolongadas, pero de baja intensidad.

De los tres tipos de precipitación arriba mencionadas, por su ubicación y orografía, en el SAR del proyecto las precipitaciones que se tienen corresponden a los tipos orográficas y convectivas. La ubicación geográfica del estado y la fisiografía que lo rodea, caracterizada por la barrera orográfica que representa ser la Sierra Madre Oriental, es un impedimento para que se presente un mayor volumen de agua precipitada al año, ya que impide el paso de los vientos húmedos que vienen del Golfo de México, provocando que el agua que traen esas nubes sea descargada en regiones de los estados de Veracruz, Hidalgo y en las colindancias del estado de San Luis Potosí con estos estados.

Del análisis realizado a las estaciones meteorológicas seleccionadas para caracterizar el clima del SAR, se obtuvieron precipitaciones que van de los 327.3 mm anuales a los 392.1 mm, donde la estación San Luis Potosí (DGE), ubicada en el municipio de San Luis Potosí, tuvo la mayor precipitación anual y, por lo otro lado, en la estación Zaragoza, del municipio de mismo nombre, obtuvo la menor precipitación. No obstante, los valores registrados sobre esta variable climática permiten determinar que existe poca variación entre estaciones (C. V. = 6.70%).

No existe un patrón entre estaciones con respecto a la presencia de lluvia, ya que existió variación con respecto al mes con mayor precipitación, detectándose una mayor uniformidad en el mes con menor precipitación. Por un lado, en las estaciones Soledad de Graciano, San Luis Potosí (SMN) y Xoconoxtle septiembre fue el mes con mayor precipitación; en las estaciones de Ojo Caliente y San Luis Potosí (DGE) resultó ser el mes de julio y, junio en la estación de Zaragoza. Y, por otro lado, marzo es el mes con menor precipitación en las estaciones de Ojo Caliente, San Luis Potosí (DGE), Soledad de Graciano y Xoconoxtle), y, en las otras dos estaciones restantes fue el mes de noviembre.

El número de días con lluvias al año vario de los 41.7 a los 62.8 días, siendo la estación San Luis Potosí (SMN) la que presentó el mayor número de días lluviosos y la de Soledad de Graciano la de menor número de días, paradójicamente ambas ubicadas al norte del SAR y con 5.1 km de separación, en línea recta, entre estaciones (Tabla IV.5). Relacionando esta variable con la precipitación total anual resulta la intensidad de lluvia, la cual fluctuó de 5.7 mm a 8.3 mm por evento, siendo el promedio de 7.0 mm. En la estación meteorológica de Soledad de Graciano fue donde se obtuvo una mayor intensidad de lluvia y, por lo contrario, la menor intensidad se obtuvo en la estación de San Luis Potosí (SMN).

IV.3.1.1.5 Granizadas

Por otro lado, de acuerdo con la información registrada en las estaciones meteorológicas analizadas, en la región donde estas se ubican no es muy común la presencia de lluvias acompañadas de granizo teniendo una presencia de eventos con granizo de entre 0.6 y 2.7 en promedio al año (Tabla IV.5). La mayor incidencia de lluvias con granizo se reportó en la estación Xoconoxtle con solo 2.7 días al año, considerando 25 años con información del periodo 1951 a 2010, y, la estación Zaragoza fue la que resultó con menor registro con solo 0.6 eventos con granizo al año.

Los resultados antes descritos son respaldados por la información proporcionada por la SEGOB (2012). Según el mapa que describe el grado de riesgo por granizos, la región que se encuentra conformando el SAR, y gran parte del estado de San Luis Potosí en sí, se clasifica como de muy bajo a bajo riesgo e intensidad de granizadas, lo que implica que se tengan entre 0 y 4 lluvias con presencia de granizadas al año (Figura IV.19).



Fuente: SEGOB (2012).

Figura IV.17. Grado de riesgo por granizo a nivel nacional y en el estado de San Luis Potosí.

IV.3.1.1.6 Ciclones tropicales

Estos fenómenos meteorológicos son una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión (Rosengaus et al., 2002). Cuando éstos se ubican en el hemisferio norte giran en el sentido contrario a las manecillas del reloj. De acuerdo con lo mencionado por Matías (2013), este tipo de fenómenos del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico, entre los 5° y 15° de latitud.

Para poder monitorear la magnitud e intensidad de sus efectos, así como para poder pronosticar un ciclón tropical, es necesario dar seguimiento a los parámetros: presión mínima central, vientos máximos sostenidos y la dirección y velocidad de traslación. La manera más común de clasificarlos se asocia a la velocidad de sus vientos. Las depresiones tropicales se caracterizan por tener velocidad de sus vientos menor de 63 km h^{-1}. Una tormenta tropical tiene una velocidad del viento entre 63 y 118 km h^{-1} y, un huracán presenta una velocidad del viento mayor que 119 km h^{-1}.

Los efectos provocados por estos fenómenos meteorológicos en el ser humano y los recursos naturales, principalmente la de los huracanes, son devastadores por sus lluvias que suelen ser intensas, vientos fuertes, generando fuertes oleajes e inundaciones costeras.

Diversos trabajos han evaluado el impacto de estos fenómenos meteorológicos en el medio ambiente, entre estos tenemos los realizados por Whigham et al. (1990), Lynch (1991), Tanner y Kapos (1991), Whigham et al. (1991) y Whigham et al. (2003) en la península de Yucatán evaluando el impacto ambiental que tuvo el huracán Gilberto en septiembre de 1988. De acuerdo con lo mencionado por Tanner y Kapos (1991), el impacto de los huracanes va a depender de las características propias del fenómeno meteorológico, el ecosistema y de la topografía. Entre las características del huracán están la intensidad de los vientos, el diámetro del ojo y la velocidad de desplazamiento;

las del ecosistema el tipo de vegetación, altura del dosel y especies presentes; y, en cuanto a topografía el relieve del área donde éste impacte.

Además, los autores antes mencionados resaltan en sus análisis el impacto que se ocasiona al ecosistema en el corto y largo plazo. Whigham et al. (2003), mencionaron que los impactos de los huracanes son altamente visibles de manera inmediata una vez que pasó el fenómeno, los cuales son cubiertos o enmascarados a la larga. Los efectos se pueden observar a nivel de la vegetación, incluyendo a los árboles, particularmente la fauna silvestre, en el ambiente y en los procesos ecológicos (Lynch, 1991; Tanner y Kapos, 1991; Whigham et al., 2003).

Los efectos de los huracanes sobre la vegetación en el corto plazo son la defoliación y pérdida de las ramas pequeñas, ramas gruesas y fustes quebrados y árboles derribados con raíces fuera del suelo, muerte de individuos, disminución de especies y abundancia de aves y anfibios y muerte de individuos (Lynch, 1991; Tanner y Kapos, 1991). Los efectos con el ambiente y los procesos ecológicos mencionados en el corto plazo son la mayor producción de material vegetal muerto, tanto hojarasca como madera, incremento de la temperatura del aire y suelo, disminución de la humedad relativa y de la evapotranspiración, modificación del paisaje, erosión, mayor presencia de derrumbes, incremento de la disponibilidad de nutrientes en el suelo (no se ha demostrado), reducción de la humedad del suelo, destrucción del dosel forestal y disminución del índice de área foliar y del área basal por unidad de superficie (Tanner y Kapos, 1991; Whigham et al., 2003).

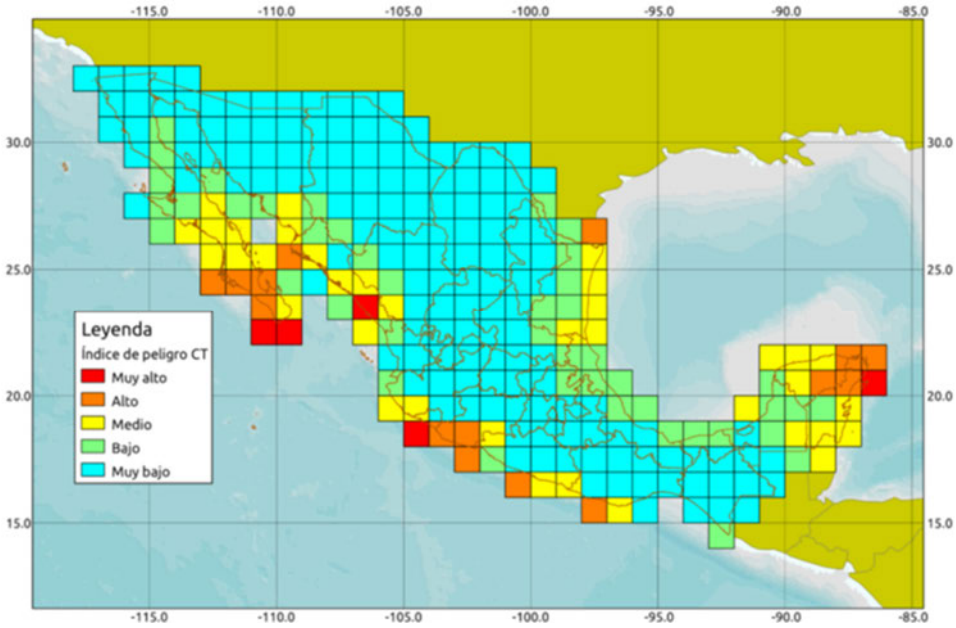
La recuperación del ecosistema dependerá de la severidad de la afectación y de la vulnerabilidad y resiliencia del ecosistema. Lynch (1991) y Whigham et al. (1991, 2003), encontraron que después de 14 – 18 meses después de haber golpeado el huracán Gilberto en el estado de Quintana Roo se llegó a tener algunas variables al nivel existentes previo a la afectación, básicamente relacionado con el nivel de cobertura del suelo por la vegetación y la diversidad y abundancia de especies de fauna silvestre. Sin embargo, Whigham et al. (2003), mencionaron que en el proceso de recuperación se encontró un cambio en la composición de especies y del dosel forestal, además de que sus evaluaciones determinaron que llevaría décadas alcanzar el área basal existente previo al impacto del huracán Gilberto.

Un cambio similar lo obtuvo Lynch (1991) solo que en aves. En sus evaluaciones encontró que después de 18 meses se tenía una diversidad de especies de fauna similar a las presentes antes del huracán; sin embargo, se dio un cambio en las especies que se encontraban en la región, con predominancia de especies migratorias y una lenta recuperación de especies residentes, sufriendo más la frugívoras y nectarívoras que las insectívoras. Esto puede estar asociado a la pérdida de especies de flora silvestre y, con ello, de la fuente de alimentación de estas especies de aves.

En el territorio nacional los huracanes generalmente ocurren entre los meses de mayo a noviembre, principalmente durante la época cálida cuando las temperaturas del mar son del orden de 26 °C y, una vez ya formados se desplazan hacia el oeste. De hecho, el Caribe mexicano, así como la costa sur del Pacífico, mantienen temperaturas de la superficie del mar que permiten sustentar ciclones tropicales durante todo el año (Rosengaus et al., 2002).

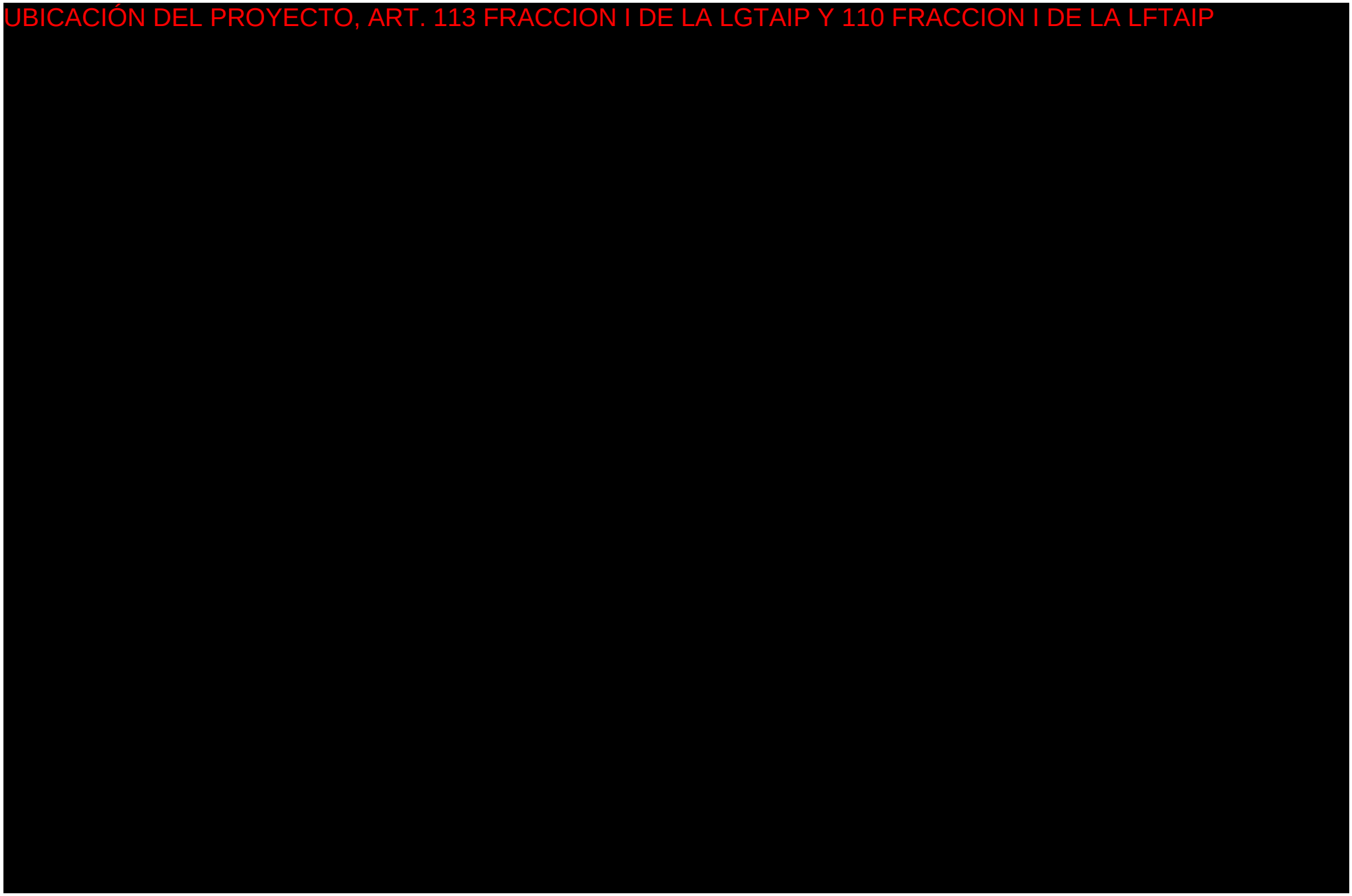
Los municipios inmersos en SAR definido para el proyecto se encuentran aproximadamente a 309 km alejados de la costa del Golfo de México y aproximadamente a 483 km de la costa del Pacífico, esto más la orografía que rodea el estado por su lado oeste, le favorecen para que el grado de peligro por la presencia de ciclones tropicales e índice de peligrosidad sean bajos o muy bajos (Figura IV.20 y IV.21) (SEGOB, 2012). Si bien, la región, y el estado en sí, no es propensa a recibir el efecto de las ondas tropicales, sí se ve impactada por ondas de precipitación pluvial provenientes principalmente de la zona del Golfo de México. Estas ondas de precipitación llegan sin el impacto de los fuertes vientos que caracterizan a las tormentas tropicales y huracanes, dejando a su paso solo considerables volúmenes de

agua, deslizamientos, avenidas repentinas e inundaciones que afectan la infraestructura urbana, vías de comunicación y viviendas.



Fuente: SEGOB (2012).

Figura IV.18. Índice de peligro por presencia de ciclones tropicales a nivel nacional y en el estado de San Luis Potosí.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.3.1.1.7 Inundaciones

Las inundaciones se presentan cuando existe un aumento del agua arriba de un nivel máximo controlable de un cauce originado por efectos lluvias intensas y prolongadas o por cualquier masa de agua excedente acumulada. Se pueden tener inundaciones provocadas con la influencia del ser humano y por efectos naturales. Entre las inundaciones originadas por acciones humanas están las que ocasionan las aperturas de compuertas de presas e, indirectamente, por daños a la infraestructura para el control de cauces, como bordos, diques y presas. Y, por otro lado, están los originados por grandes volúmenes de agua pluvial que llegan a ocasionar desbordamientos de cauces, ascenso del nivel de agua de cuerpos como lagos, lagunas y mar, y el rebase de la capacidad para el desfogue de sistemas de drenaje.

A nivel nacional, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) a clasificado los tipos de inundaciones de acuerdo con su origen, agrupándolos en cuatro grandes grupos: a) Pluviales; b) Fluviales; c) Costeras, y, d) Por falla de infraestructura hidráulica. Las tres primeras están más asociadas a fenómenos naturales, los cuales están más relacionados con el objetivo de este estudio, y el cuarto grupo está más asociado a hechos circunstanciales poco probables y no relacionados con fenómenos meteorológicos.

Otra clasificación de estos eventos que están relacionados con los procesos hidrológicos y climáticos, en la mayoría de los casos, está relacionado con la velocidad de su desarrollo. Esta clasificación está relacionada con lo que se conoce como el tiempo de respuesta de la cuenca, la cual implica el tiempo que tarda en manifestarse los efectos de la abundancia de agua desde el momento en que comienza la precipitación hasta que se genera el escurrimiento descontrolado. Bajo esta consideración se tienen las inundaciones lentas y súbitas. Ambas pueden llegar a ser devastadoras a nivel social y ambientalmente, con la diferencia de que las inundaciones lentas dan tiempo de respuesta para la sociedad, mientras que las inundaciones súbitas pueden llegar a generar pérdidas significativas en la sociedad.

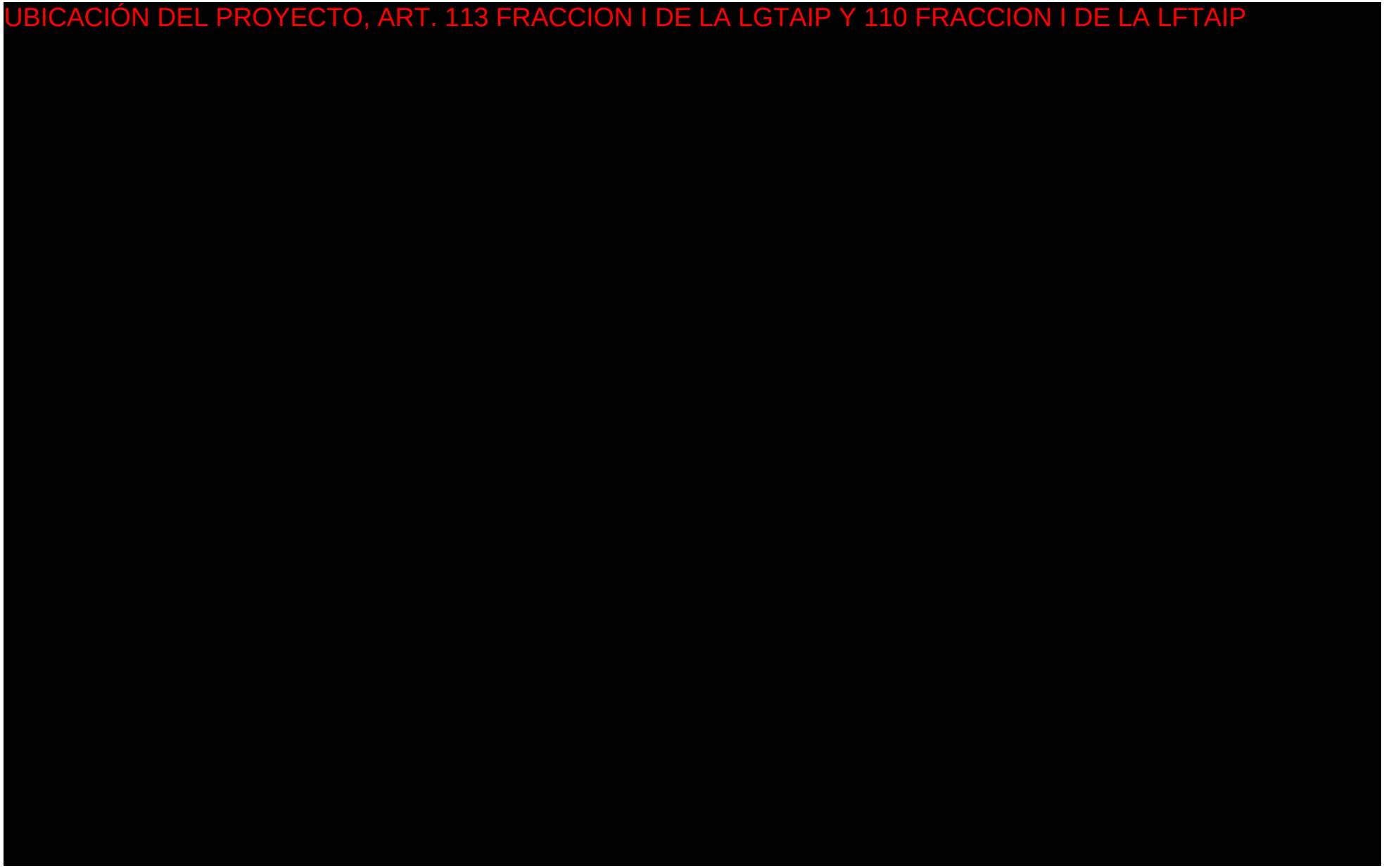
Son muchas y variadas las afectaciones que las inundaciones pueden ocasionar tanto a la infraestructura de una región, áreas agropecuarias y al medio ambiente. Entre las afectaciones que llegan a ocasionar al medio ambiente es de remarcar las ocasionadas al suelo, incluyendo la pérdida por arrastre de este y las afectaciones a sus propiedades físico – químicas debido a la saturación de agua del espacio poroso por tiempos prolongados, también llegan a provocar la muerte de fauna silvestre y la pérdida de hábitat por la afectación de suelo y pérdida de vegetación por exceso de humedad y arrastre.

La información de inundaciones en el área del SAR está limitada a la zona conurbada de San Luis Potosí, la cual incluye al municipio Soledad de Graciano Sánchez y Mexquitic de Carmona, sin incluir al municipio de Valle de Reyes.

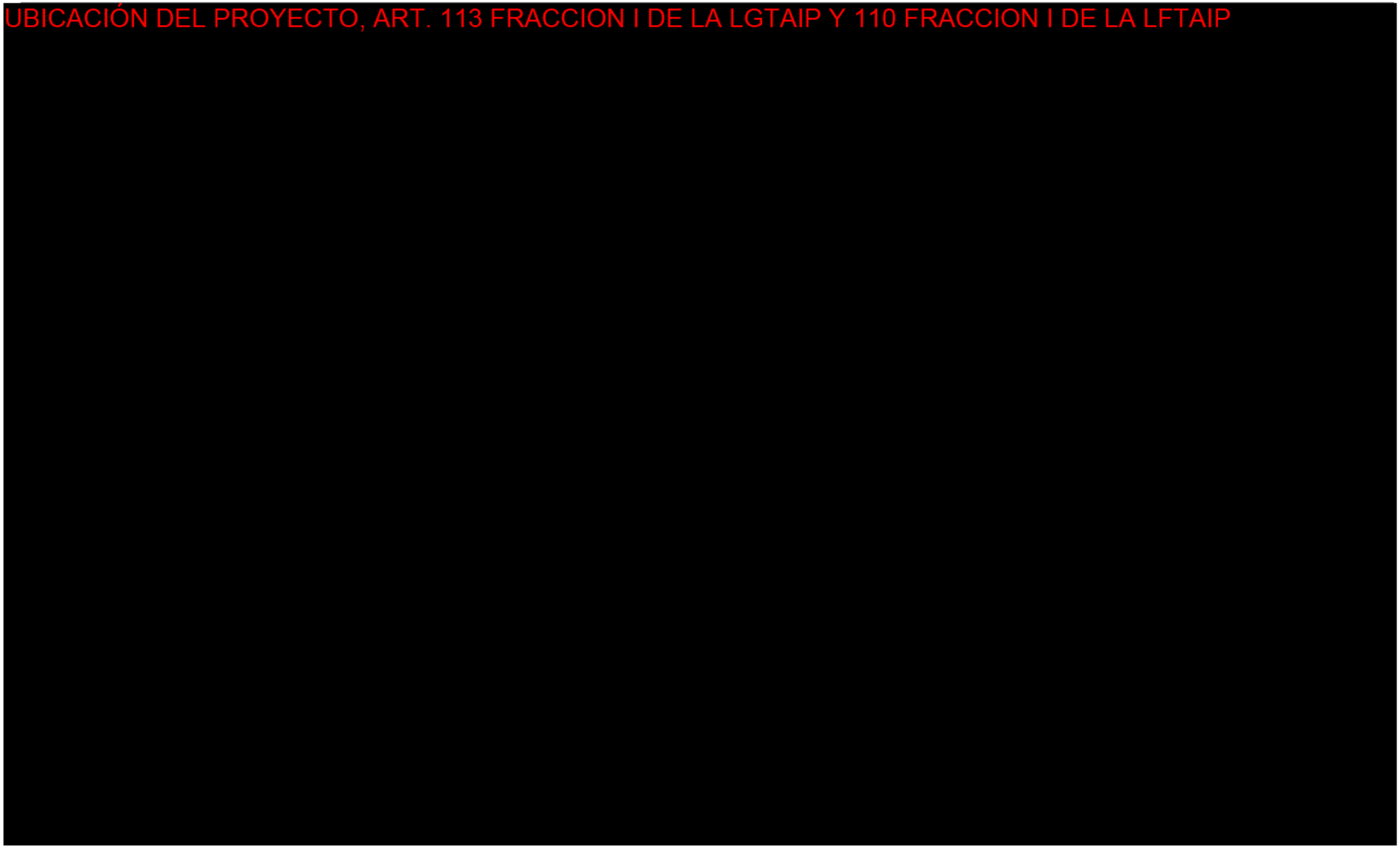
En el Atlas de Riesgo para el municipio de San Luis Potosí y su zona conurbada, elaborado por el Instituto de Geología de la Universidad de San Luis Potosí en 2018, se menciona a las inundaciones como uno de los fenómenos de origen hidrometeorológicos que representan un riesgo, peligro y vulnerabilidad para la zona conurbada del Valle de San Luis Potosí. El origen de la inundaciones en la zona son de tipo pluvial y súbito, originado por altas precipitaciones y de corta duración que generan escurrimientos de las zonas alta, como la sierra San Miguelito y Álvarez, lo cual se potencializa por la falta o deficientes obras de captación, conducción y desvío de la escorrentía producida, falta de mantenimiento de la infraestructura existente, crecimiento desordenado de la zona urbana y rezago en la habilitación de infraestructura hidrológica para frenar las inundaciones.

Candia (2015), en su trabajo de tesis determinó la vulnerabilidad y riesgo de inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí utilizando un análisis multicriterio y diversos indicadores en un modelo hidráulico estático. El modelo fue abastecido incluyendo información relacionada con factores climáticos, suelo, cobertura, así como de la infraestructura hídrica disponible para el manejo de los excedentes de agua en la zona. Al final, el riesgo de inundación se determinó mediante la evaluación de la amenaza y vulnerabilidad de inundación.

Para determinar la amenaza de inundación, en el análisis se consideraron los indicadores de respuesta hidráulica, escurrimiento, prevalencia, elevación y pendiente. Como resultado de su análisis, la autora arriba mencionada encontró que el índice de amenaza da como resultado un valor máximo de 0.79, en escala de 0 a 1, encontrando que las zonas de menor altitud y más planas son las más propensas a inundación y, por lo contrario, aquellas zonas ubicadas en las zonas más altas, con mayor pendiente y conformación geomorfométrica irregular, tuvo un valor mínimo de 0.21 en el índice de amenaza de inundación (Figura IV.22).

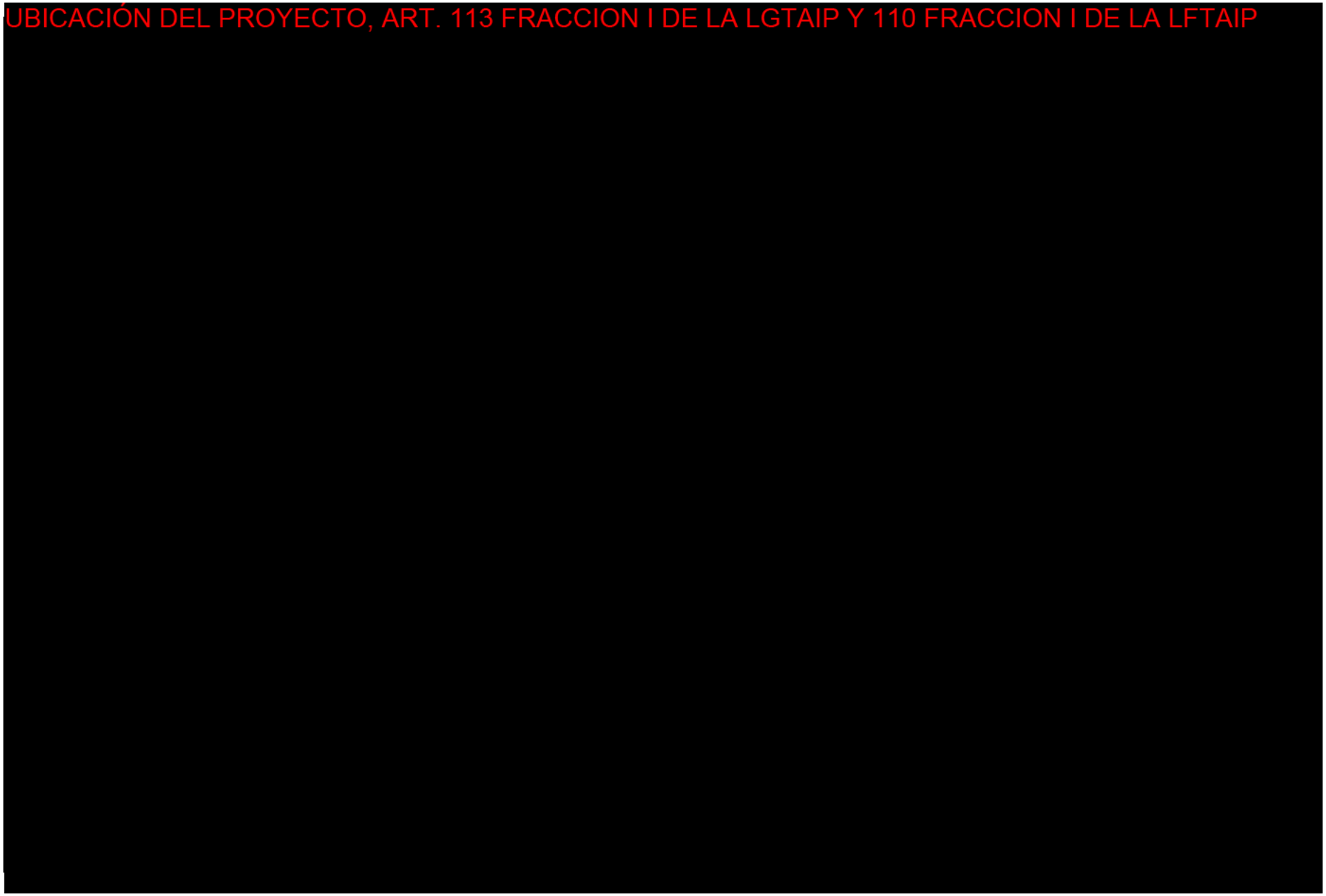

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Para evaluar la vulnerabilidad de inundación se incluyó en el análisis la exposición humana, la exposición de viviendas y el rezado social. El valor obtenido tuvo un índice que va de 0.01 a 0.74, en una escala de 0 a 1, de menor a mayor vulnerabilidad. El valor máximo de esta variable indica que hay una confluencia de valores máximos de los indicadores utilizados en la evaluación, por lo que, la probabilidad de que ocurran los tres al mismo tiempo se considera baja, pero no improbables. Como se puede ver en la Figura IV.23, predominan las áreas con índice de vulnerabilidad a inundaciones muy bajos y bajos, siendo más en cuanto a número y dimensión, dominando al centro, centro – este y sur del área metropolitana. A estas áreas le siguieron, en cuanto número y superficie, las consideradas como de vulnerabilidad media, las cuales predominan en la parte central de la zona metropolitana.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Como resultado final, utilizando los índices de amenazas y vulnerabilidad de inundación, se obtuvo el riesgo por inundación. Al combinar ambos índices se obtuvo como resultado un valor máximo de 0.64 de riesgo, coincidiendo con zonas donde el índice de amenaza o de vulnerabilidad presentan valores altos, y el valor mínimo de 0.04 (Figura IV.24). Los riesgos de inundación predominantes son los medios (0.34), abarcando toda la parte central de la zona metropolitana, en la que se intercalan pequeñas zonas con un índice de amenaza alto (> 0.49).

Las zonas con índices de amenaza muy bajos y bajos se ubican al este y sureste del área analizada. Siendo en la zona sureste, el área plana colindante con la sierra San Miguelito hasta la zona de La Pila, donde se pretende desplantar parte de la línea de distribución de gas del proyecto. No obstante, el área analizada no alcanzó a cubrir la zona del parque industrial, ya que este se encuentra fuera de la zona metropolitana de San Luis Potosí bajo análisis. Solo una pequeña longitud del ducto que conecta con el City Gate fue considerada, clasificándose como área de riesgo de inundación bajo.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.3.1.1.8 Heladas

En el país existen áreas donde es más común la presencia de heladas, principalmente durante la época invernal. Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano al suelo disminuye a 0°C o menos, durante un periodo mayor a cuatro horas (CENAPRED, 2001b). Por lo que, debido a la variación de la temperatura durante el día, es más común que éstas se presenten en las primeras siete horas del día, previo a la salida del sol.

Entre los factores que inciden para la formación de heladas están la nubosidad, humedad atmosférica, radiación solar y el viento. Para el caso de este último, un factor que favorece la generación de una helada es la falta de viento, ya que reduce la posibilidad de que el aire más caliente, normalmente el más alejado del suelo, se mezcle con el aire más frío que está cerca del suelo. Sin embargo, la condición orográfica, época del año, viento y temperatura pueden favorecer la formación de heladas debido al proceso de inversión térmica (CENAPRED, 2001). No obstante, el viento no es factor determinante para la formación de heladas, en la generadas por advección, formadas por masas de aire frío de origen continental, la velocidad del viento es de moderado a alto (> 15 km h^{-1}), siendo más comunes su formación en zona de valles.

Si bien en México las regiones mayormente afectadas por heladas se ubican en la Mesa Central del Altiplano, por efectos del aire polar continental, en otras regiones del eje neovolcánico también se tienen estas formaciones, así como sus efectos en la población y en la producción agropecuaria. De acuerdo con el CENAPRED (2001), en ciertas áreas de los estados de México, Tlaxcala y Puebla se llegan a tener más de 100 heladas por año; sin embargo, el área del SAR delimitado para el proyecto se clasifica como de baja incidencia, con entre 1 y 60 días con heladas al año.

De acuerdo con lo reportado en el Atlas de Riesgo para el municipio de San Luis Potosí y su zona conurbada, elaborado por el Instituto de Geología de la Universidad de San Luis Potosí en 2018, analizando el número de heladas mensuales en el periodo de 1979 a 2016, se encontró que el periodo en que se llegan a presentar heladas en San Luis Potosí va de octubre a abril, con un promedio anual de 6.3 eventos (Tabla IV.6). Diciembre y enero son los meses con mayor incidencia, con un promedio de 2.0 y 1.4 heladas por mes, y muy escasas en el mes de abril con solo 0.1 eventos.

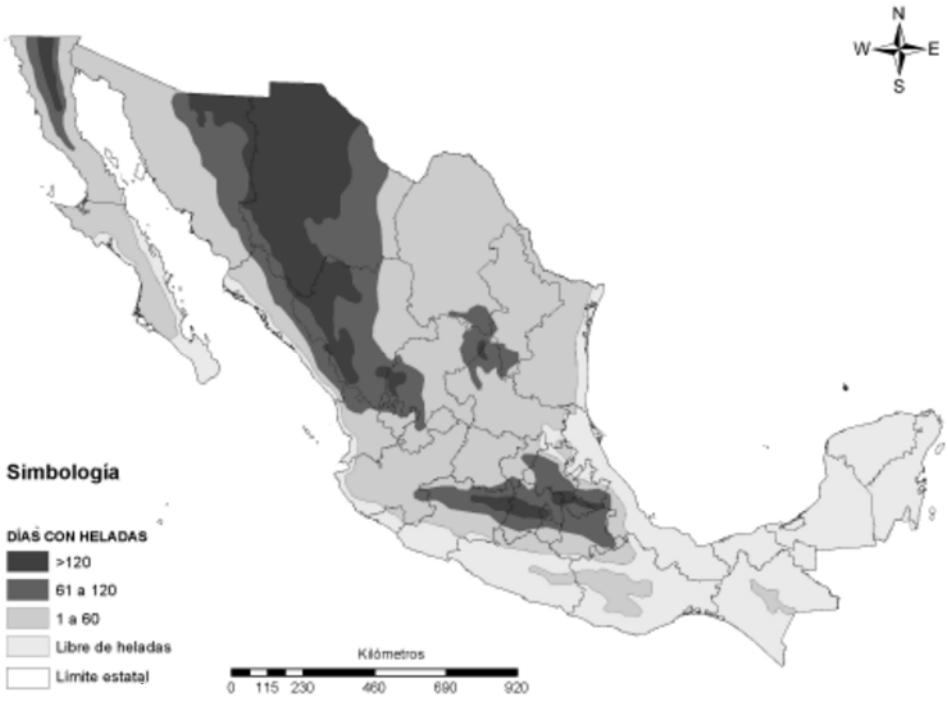
Tabla IV.6. Presencia de heladas por mes en la zona conurbada de San Luis Potosí[§].

Periodo	Heladas (No.)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Totales
1979 - 2016	75	38	23	2	0	0	0	0	0	8	35	52	233
Promedio anual del periodo	2.0	1.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	1.4	6.3
Año con más heladas (2010)	3	5	1	0	0	0	0	0	0	1	5	9	24.0

§ Adaptada del Atlas de Riesgo para el municipio de San Luis Potosí y su zona conurbada, elaborado por el Instituto de Geología de la Universidad de San Luis Potosí en 2018.

El año de 2010 fue cuando se tuvo un mayor número de heladas con 24 totales, de las cuales nueve se presentaron en diciembre, cinco en noviembre y mismo número en febrero, siendo los meses con mayor número de eventos. Por el contrario, en el año 2016 no se tuvo ninguna helada, siendo el año con menor número del periodo considerado.

Por lo que, con base en el periodo analizado, se confirma lo mencionado por el CENAPRED (2001), al clasificar el estado como de baja incidencia, con entre 1 y 60 días con heladas al año (Figura IV.25).



Fuente: Tomada de CENAPRED (2001).

Figura IV.22. Distribución de días con presencia de heladas a nivel nacional.

IV.3.1.2 Aire

El monitoreo de la calidad del aire en México se remonta a la década de los 50's cuando se instalaron las primeras estaciones de monitoreo de la calidad del aire en la Ciudad de México. La WHO/UNEP (1992) reporta que en 1966 se instalaron 14 estaciones manuales para el monitoreo de la calidad del aire y en la década de los 70's otras 22. Como resultado de la operación de las estaciones de monitoreo, se pudo determinar que a finales de los 80's la contaminación atmosférica en la Ciudad de México empezó a representar un problema ambiental y de salud para los habitantes, llegando a un nivel que fue necesario el establecimiento de medidas para reducir las emisiones de contaminantes.

En un principio las variables medidas eran las partículas suspendidas y el dióxido de azufre, considerados en aquel entonces como los principales contaminantes, después llamados contaminantes criterio. Posteriormente se adicionaron otros contaminantes y, en la actualidad se reconocen seis: partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM_{10}), partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y el monóxido de carbono (CO). El monitoreo de la concentración de estos contaminantes se realiza para evaluar la calidad del aire en un área determinada en un momento dado, para ello, la concentración

obtenida se compara con los valores permitidos por la normatividad oficial en la cual se definen los límites máximos permisibles de la concentración de los contaminantes en el aire. En México, es la Secretaría de Salud, no la SEMARNAT, la encargada de emitir y actualizar las normas oficiales mexicanas que determinan los límites máximos permisibles de concentración de contaminantes en el aire a fin de que no se presenten efectos adversos y significativos en la salud de la población. A partir de la publicación de las primeras normas oficiales mexicanas (NOM) técnicas en la materia, algunas de ellas han sido modificadas (actualizadas) y otras nuevas han sido publicadas, tomando en cuentas los nuevos descubrimientos y las necesidades de protección de la población y el medio ambiente.

Actualmente están vigentes siete NOM que definen los contaminantes criterio, una para cada contaminante criterio más otra que establece los límites permisibles de plomo (Pb), el cual ha dejado de ser un problema en la calidad del aire debido a las políticas establecidas en el gobierno para controlarlo. En la Tabla IV.7 se incluyen las normas oficiales vigentes relacionadas con la calidad del aire publicadas por la Secretaría de Salud.

Tabla IV.7. Normas oficiales mexicanas actualmente vigentes que definen los estándares máximos para el monitoreo de la calidad del aire a nivel nacional.

Contaminante	NOM	Publicación	Descripción
Dióxido de azufre (SO_2)	NOM-022-SSA1-2019	20 de agosto de 2019.	0.075 ppm[§], máximo promedio horario.
			0.04 ppm, valor límite de 24 horas.
Monóxido de carbono (CO)	NOM-021-SSA1-1993	29 de octubre de 2021.	30.0 ppm, máximo de las concentraciones horarias.
			10.0 ppm, máximo anual como promedio móvil de 8 horas de CO.
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	NOM-023-SSA1-2021	23 de diciembre de 1994.	0.210 ppm, promedio horario.
Ozono (O_3)	NOM-020-SSA1-2021	28 de octubre de 2021.	0.090 ppm, promedio horario.
			0.065, 0.60 y 0.051 ppm, máximo anual del promedio móvil de 8 horas, para los años 1, 3 y 5 a partir de que la norma entra en vigor.
Partículas suspendidas totales (PST)	NOM-024-SSA1-1993	---	Derogada
Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10})	NOM-025-SSA1-2014 (NOM-025-SSA1-1993, anterior)	20 de agosto de 2014.	75 µg m^{3-1}, promedio 24 horas.
			40 µg m^{3-1}, promedio anual.
Partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)	NOM-025-SSA1-2014 (NOM-025-SSA1-1993, anterior)	20 de agosto de 2014.	45 µg m^{3-1}, promedio 24 horas.
			12 µg m^{3-1}, promedio anual.

Contaminante	NOM	Publicación	Descripción
Plomo (Pb)	NOM-026-SSA1-2021	29 de octubre de 2021.	0.50 µg m^{3-1}, obtenido a partir de la fracción PM_{10} por el método gravimétrico a condiciones locales.

§ 1 ppm = 1000 ppb.

Las NOM técnicas definen los métodos de medición recomendados para el monitoreo de los contaminantes criterio. Estos métodos de medición pueden ser de referencia o equivalentes. Generalmente los métodos de medición propuestos por las NOM tienen una correspondencia con los designados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA, por sus siglas en inglés), por lo que cuando no existe una NOM para un contaminante criterio se utiliza la recomendación de la US EPA.

Aunadas a las NOM antes mencionadas, en 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la norma oficial mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012 que define el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire, la cual es de observancia obligatoria para los gobiernos locales o centros de población que cuenten con alguna de las condiciones siguientes:

- Asentamientos humanos con más de quinientos mil habitantes;
- Zonas metropolitanas;
- Asentamientos humanos con emisiones superiores a veinte mil toneladas anuales de contaminantes criterio primario a la atmósfera;
- Conurbaciones; y
- Actividad industrial que por sus características se requiera del establecimiento de estaciones de monitoreo de calidad del aire y/o de muestreo de contaminantes atmosféricos.

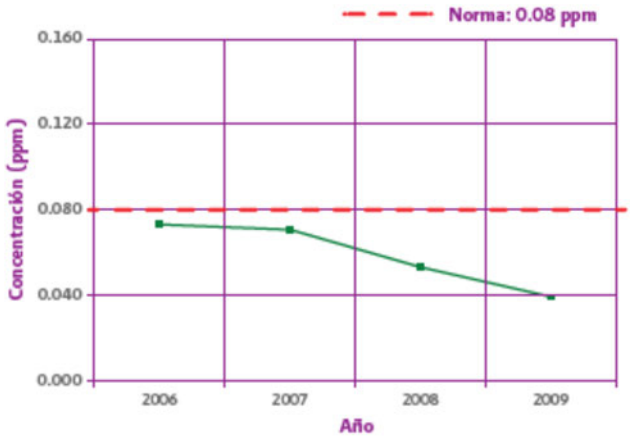
De acuerdo con dicha norma, los gobiernos de las entidades que se encuentren en alguna de las condiciones anteriores deberán establecer un sistema de monitoreo de la calidad del aire.

Previo a la publicación de la norma antes mencionada, en la ciudad de San Luis Potosí ya se había instalado su sistema de monitoreo de la calidad del aire. De hecho, en el segundo informe sobre calidad del aire publicado a nivel nacional por el entonces Instituto Nacional de Ecología (1998), se menciona una red de monitoreo de calidad del aire de la empresa Fundidora Industrial Minera México, S.A. de C.V., en San Luis Potosí. La estación de monitoreo estaba conformada por una planta ubicada al poniente de la ciudad, la cual inició operaciones en 1983 con siete estaciones y después se le adicionaron tres más. Los contaminantes criterio monitoreados en su momento eran el SO_2 y PST.

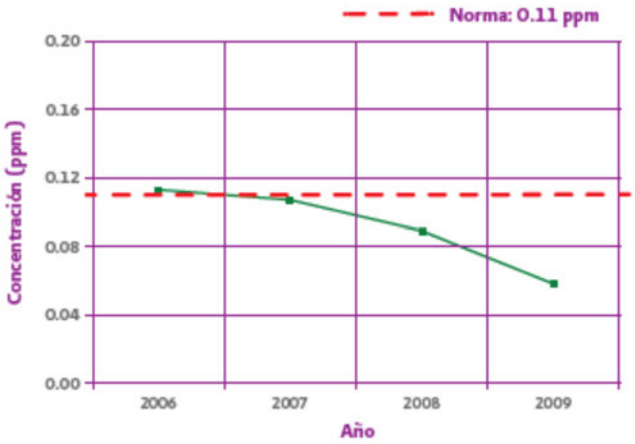
En las evaluaciones reportadas en 1996 y 1997 en la red de monitoreo de calidad de aire de la empresa, se encontró que ambos contaminantes criterio fueron fuente de contaminación rebasando los límites máximos permitidos en las normas oficiales mexicanas respectivas. Para el caso de los PST, solo evaluados en 1997, excedieron el límite máximo en dos meses del año, alcanzando un porcentaje de excedencia en abril del 38%. Y, la concentración de SO_2 rebaso el límite máximo permitido cuatro días en el año 1997, alcanzando un valor máximo de 119 puntos IMECA, identificándose que los picos máximos de concentración se presentan principalmente durante la época fría del año. Sin embargo, no hay que perder de vista que estos resultados son muy específicos y tomados por la empresa en sus sitios de operación, sin provenir de la red de monitoreo oficial.

En el cuarto informe de calidad del aire a nivel nacional presentado por Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2011), incluye el análisis de la calidad del aire de 20 ciudades del país para el periodo 2000 – 2009, entre las que se incluye los resultados obtenidos en la ciudad de San Luis Potosí. Sin embargo, para esta ocasión ya se menciona que la red de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad estaba integrada por tres estaciones: IPAC, Industriales Potosinos Asociados; DIF, Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de las Familias, y, UMO, presentando solo la información de la IPAC por contar con la base de datos más completa, de 2006 a 2009, y robusta.

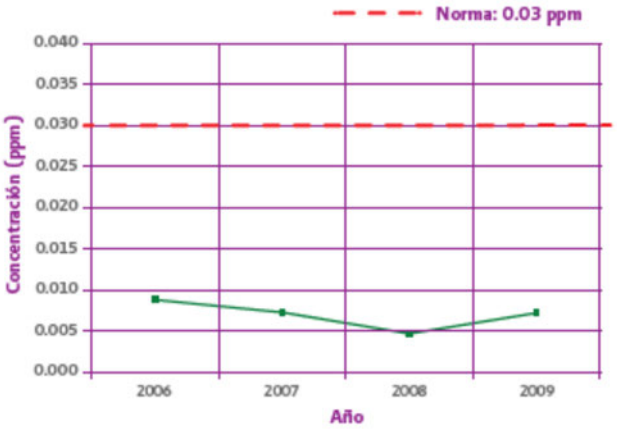
De acuerdo con la información presentada en el informe arriba mencionado, la estación de monitoreo IPAC contaba, en ese entonces, con registros de los contaminantes criterio O_3, CO, SO_2, NO_2 y PM_{10}, este último iniciando el registro de información apenas en el 2009, razón por la cual no se presentan resultados (Figura IV.26). Del análisis a la base de datos, no se encontraron problemas de contaminación para los contaminantes criterio O_3, CO, SO_2 y NO_2, con referencia en los límites máximos permisibles de las normas oficiales mexicanas vigentes al 2009. De los resultados obtenidos, solo el O_3 presentó problemas en el 2006 en su límite horario, en el cual se rebasó ligeramente el límite máximo normado, al siguiente año ya estuvo ligeramente por debajo de dicho valor, mejorando notablemente en los siguientes años.



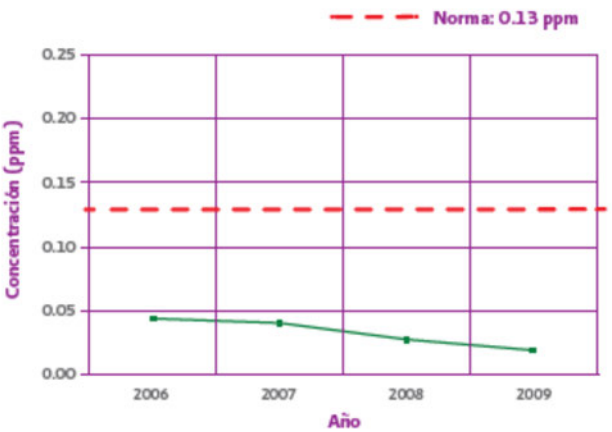
Límite anual de **O_3** (quinto máximo de las concentraciones diarias de los promedios móviles de 8 h)



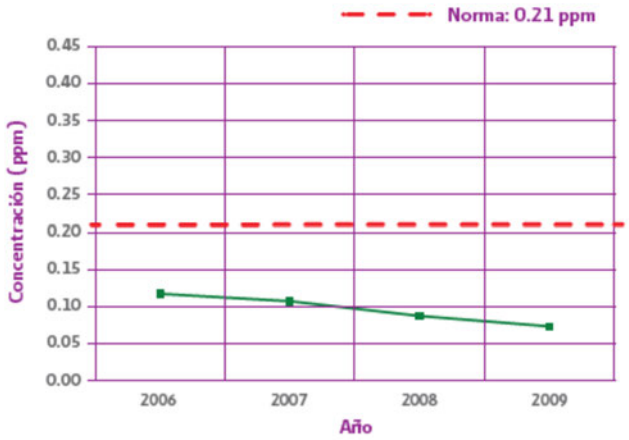
Límite horario de **O_3** (máximo horario)



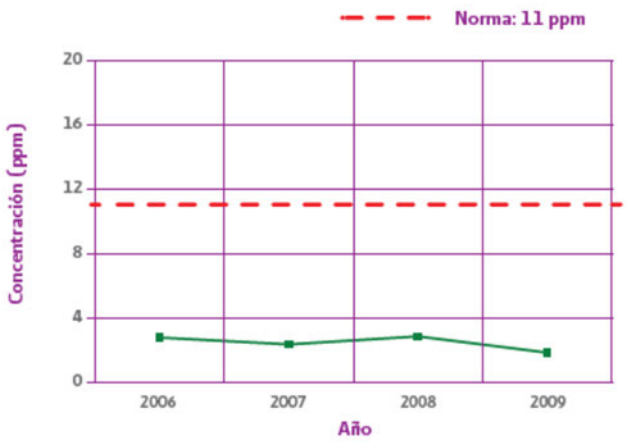
Límite anual para **SO_2** (promedio anual)



Límite de 24 h para **SO_2** (2° máximo de los promedios de 24 h)



Límite horario del **NO_2** (segundo máximo horario)



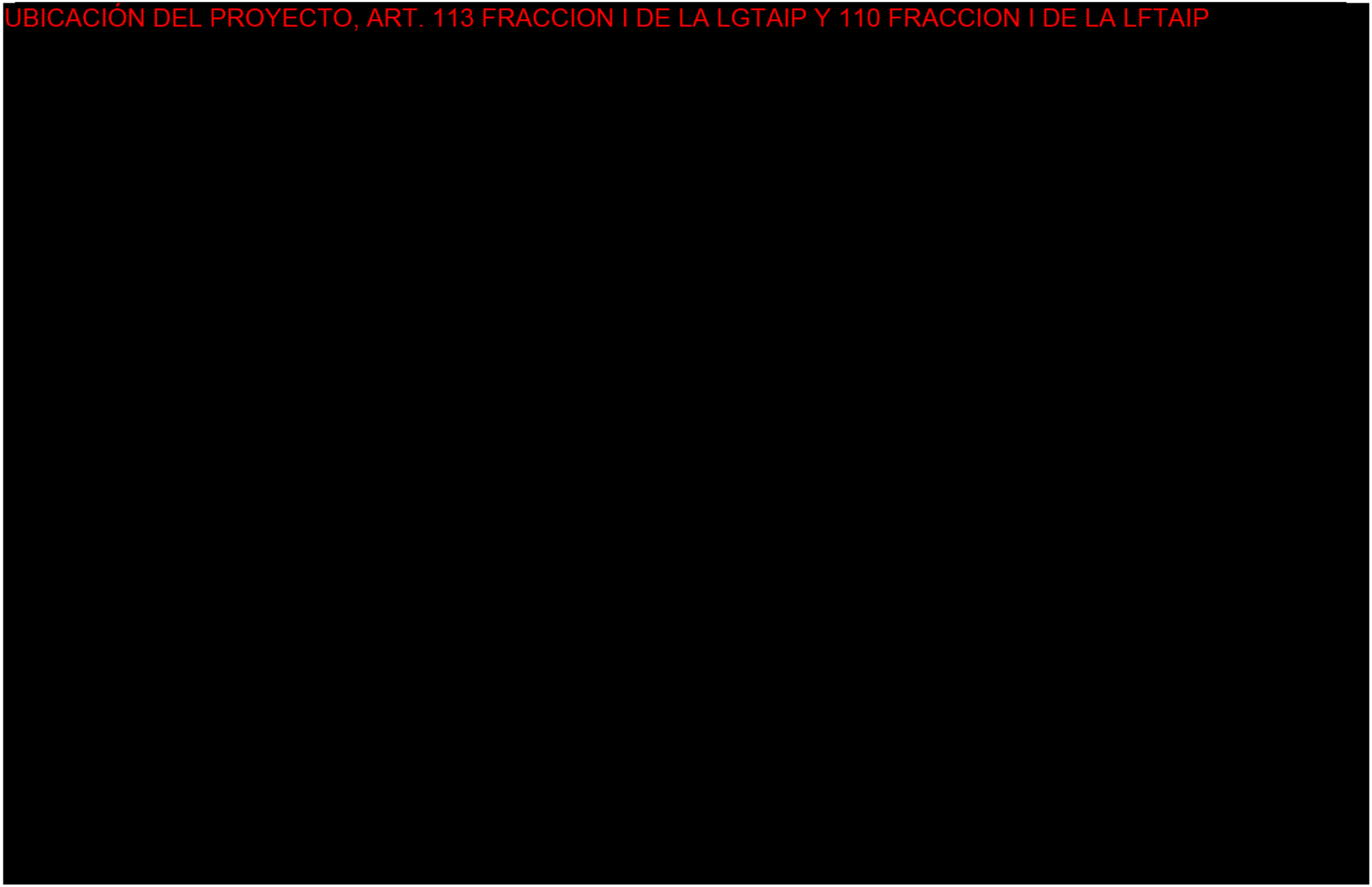
Límite de 8 h del **CO** (2° máximo del promedio móvil de 8 h)

Fuente: Tomada de SEMARNAT (2011).

Figura IV.23. Diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad de San Luis Potosí entre 2006 y 2009 con base en los contaminantes criterio O3, SO2, NO2 y CO monitoreado en la estación IPAC.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) fue el encargado de publicar los resultados de los diagnósticos de calidad del aire de las diferentes redes de monitoreo existentes en el país, por estado, para el periodo 2014 – 2019, que comprende los resultados obtenidos en los años 2013 – 2019 (Ver: https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php). Sin embargo, no fue hasta el informe nacional de calidad del aire elaborado para el año 2018 que se incluyeron nuevamente los resultados obtenidos en la red de monitoreo de la ciudad de San Luis Potosí, por lo que, solo se cuenta con información para los años 2018 y 2019, la cual se describe a continuación.

El sistema de monitoreo de la calidad del aire de San Luis Potosí lo conforma la red de monitoreo de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, la cual está integrada por cinco estaciones de monitoreo que se localizan en los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez. Estas estaciones ubicadas en el municipio de San Luis Potosí son: Industriales Potosinos Asociados (IPAC), Facultad de Psicología (FPS), DIF municipal (DIF) y Biblioteca (BIB), mientras que en Soledad de Graciano Sánchez solo se ubica la estación Escuela 1º de Mayo (PRIM), aclarando que ninguna de ellas se ubica dentro del SAR del proyecto (Figura IV.27). Además, es importante aclarar que, en junio de 2018 la estación FPS se reubicó en lo que es la estación PRIM ubicada en Soledad de Graciano Sánchez, por lo que, en el 2019 ya no aparece la estación FPS, y la red de estaciones de monitoreo del municipio de San Luis Potosí quedó conformado por las estaciones restantes.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Las estaciones de monitoreo que conforman la red de monitoreo de la ciudad de San Luis Potosí no cuentan con un sistema para monitorear todos los contaminantes criterio, siendo el NO_2 el único de ellos que es monitoreado en todas las estaciones, mientras que, por lo contrario, las PM_{10} solo es monitoreado en dos de ellas y las $PM_{2.5}$ en una (Tabla IV.8).

Tabla IV.8. Estaciones de monitoreo de la calidad del aire del sistema de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbada y los contaminantes criterio monitoreados.

Estación	Clave	Inicio (año)	Contaminante criterio[§]					
			PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO
Industriales Potosinos Asociados	IPAC	2006	---	---	●	●	●	●
Facultad de Psicología[§§]	FPS	2008	---	---	●	●	●	●
DIF municipal	DIF	1994	●	---	---	---	●	---
Biblioteca	BIB	2011	●	---	●	●	●	●
Escuela 1° de mayo	PRIM	2018	---	---	●	●	●	●

[§] ● = Indica que se cuenta con el equipo para monitorear la concentración del contaminante criterio.
[§§] La estación FSP se reubicó en junio de 2018 en la escuela 1° de mayo (PRIM).

De acuerdo con los resultados publicado en el informe nacional de calidad del aire de 2018, publicado por el INECC (2018), de las cinco estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbada solo las estaciones IPAC y BIB tuvieron información suficiente para poder evaluar la calidad del aire, el resto de las estaciones no tuvieron datos suficientes para poder realizar el diagnóstico. De acuerdo con los resultados reportados, en la ciudad no se tuvo problemas de contaminación debido a las concentraciones de O_3, CO, NO_2 ni de SO_2, no así con las emisiones de PM_{10}, donde en la estación BIB se rebasaron los límites máximos normados para el promedio 24 horas y el promedio anual (Tabla IV.9). En el año se rebasó el valor límite de 24 horas de las PM_{10} 36 de los 365 días del año.

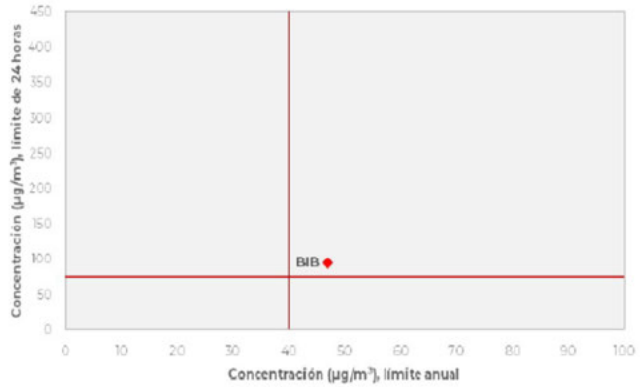
Tabla IV.9. Concentración máxima registrada de contaminantes criterio en las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí en el año 2018[§].

Contaminante	Límite normado		Estación de monitoreo	
			IPAC	BIB
PM_{10}	24 h	Máximo ≤ 75 µg m^{3-1}	---	106
	Anual	Promedio ≤ 40 µg m^{3-1}	---	47
O_3	1 h	Máximo ≤ 0.095 ppm	0.084	0.075
	8 h	Máximo ≤ 0.070 ppm	0.068	0.065
CO	8 h	2° Máximo ≤ 11 ppm	---	4

Contaminante	Límite normado		Estación de monitoreo	
			IPAC	BIB
NO_2	1 h	2° Máximo ≤ 0.210 ppm	0.102	0.078
SO_2	8 h	2° Máximo ≤ 0.200 ppm	0.017	0.001
	24 h	Máximo ≤ 0.110 ppm	0.006	0.003
	Anual	Promedio ≤ 0.025 ppm	0.001	0.003

§ Fuente: Adaptada del informe de calidad del aire 2018 publicado por el INECC (2018).

El diagnóstico de la calidad del aire del 2019 incluye la información registrada en la estación PRIM, además de las dos reportadas en el 2018, con resultados similares. En ninguna de las tres estaciones se encontraron concentraciones que superaran los límites máximos normados para CO, NO_2, SO_2 ni O_3, no así para las PM_{10} en la estación BIB (Figura IV.28). En el año se rebasó el valor límite de 24 horas de las PM_{10} 52 de los 365 días del año, lo que representa un incremento de 16 días más contaminados con respecto a los obtenidos en el 2018.



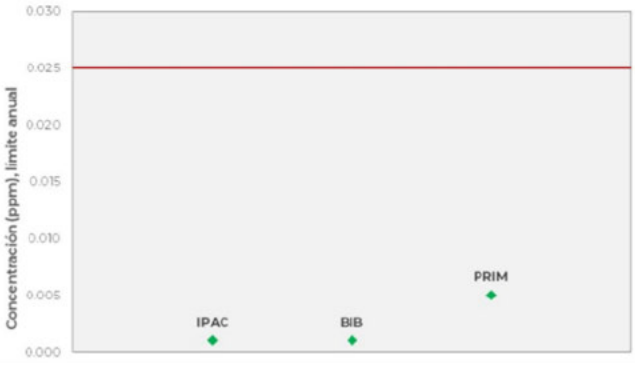
Límite de 24 h de **PM_{10}** (75 mg m^{3-1}, línea horizontal)
Límite anual de **PM_{10}** (40 mg m^{3-1}, línea vertical)



Límite horario de **O_3** (0.095 ppm, línea horizontal)
Límite 8 h de **O_3** (0.070 ppm, línea vertical)



Límite de 8 h para **SO_2** (0.200 ppm – línea vertical)
Límite de 24 h para **SO_2** (0.110 ppm – línea horizontal)



Límite anual para **SO_2** (0.025 ppm – línea horizontal)



Límite horario del **NO_2** (0.210 ppm – línea horizontal)



Límite de 8 h del **CO** (11 ppm – línea horizontal)

Fuente: Tomada de INECC (2019).

Figura IV.25. Concentración máxima registrada de contaminantes criterio en las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí en el año 2019 con referencia a los valores normados.

En 2018 se publicó el informe final de la "Actualización del inventario de emisiones y modelación de la calidad del aire en la ciudad de San Luis Potosí", elaborado para la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del gobierno del estado de San Luis Potosí (SEGAM, 2018). En dicho informe se hace un diagnóstico de las emisiones de los contaminantes criterio para los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez considerando las diferentes fuentes generadoras de las emisiones al 2016.

Los contaminantes criterio considerados en el inventario son: partículas PM_{10}, partículas $PM_{2.5}$, SO_2, CO, óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), carbono negro (CN) y metano (CH_4). Las fuentes emisoras se clasificaron en fijas, de área, naturales y móviles, en la que se incluye en esta última el parque vehicular.

El contaminante criterio CO fue el mayormente producido en el estado con 117,587 t anuales, de las cuales el 88.38% fueron generadas por las fuentes móviles, el 10.57% la produjeron las fuentes puntuales y el restante 1.05% fueron emisiones provenientes de las fuentes de área (Tabla IV.10). En segundo lugar, fueron las emisiones de CH_4 con 53,061 t anuales, de las cuales el 99.22% fueron generadas por las fuentes de área y el restante 0.78% se repartieron entre las fuentes móviles y las puntuales.

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbana presentados anteriormente, es importante analizar el inventario de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, aunque de estas últimas no se incluyeron en el análisis por falta de información. La concentración de las partículas PM_{10} fueron las únicas que rebasaron los valores límites máximos normados, de ahí la importancia de analizar su origen. De acuerdo con el inventario, en el 2016 se produjeron 5,139 t de PM_{10}, siendo las fuentes de área las principales generadoras, seguida de las emisiones producidas por las fuentes puntuales y, por último, de las fuentes móviles, con una participación del 47.48%, 26.44% y 26.06%, en el orden antes citado.

Las partículas $PM_{2.5}$ es de los contaminantes criterio que menos volumen de producción tiene en el área bajo estudio, solo por arriba de la generación del CN y del SO_2. La producción de 2016 se estimó en 3,649 t anuales, de las cuales

el 41.33% es producido por las fuentes de área, el 33.63% por las fuentes móviles y el restante por 25.05% por las fuentes puntuales.

Las principales fuentes generadoras de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ son las ladrilleras, la industria metalúrgica (incluye la siderúrgica) y los camiones de carga media.

Sobre el parque vehicular del estado, de acuerdo con información del INEGI (ver página: https://www.inegi.org.mx/programas/vehiculosmotor/#Tabulados), se puede decir que entre el 2011 y el 2020 el parque vehicular del estado pasó de 837,275 a 1'280,233 unidades totales, creciendo constantemente a una TPCA del 4.76% en el periodo analizado. A nivel municipal, San Luis Potosí incrementó en 195,632 unidades en el mismo periodo, pasando de 408,691 a 604,323 vehículos, teniendo una TPCA promedio del 4.41%, representando el 47.75% del parque vehicular del Estado. El municipio de Villa de Reyes solo tuvo en promedio el 6.06% del parque vehicular estatal, pasando de 10,102 vehículos en el 2011 a 17,234 en el 2020, sin embargo, su TPCA anual fue superior a la registrada a nivel estatal y que la del municipio de San Luis Potosí, siendo esta del 6.06% en promedio.

Lo anterior sin considerar el flujo vehicular de la carretera federal 57, en su tramo que atraviesa San Luis Potosí, así como el de las carreteras federales libres 37 y 80, las cuales se conectan con la carretera federal 57 en el área del SAR, las cuales se caracterizan por tener una alta afluencia de vehículos pesados que transportan productos entre los estados del centro, sur y norte del país durante las 24 horas del día.

Ahora, por el tipo de proyecto que se somete al procedimiento de evaluación a través de la presente MIA-R, es importante analizar el inventario de las emisiones de COV, ya que el manejo y distribución de gas LP es considerada como una de las mayores fuentes generadoras de este contaminante. El volumen total estimado de este contaminante criterio fue de 29,001 t anuales, donde las fuentes de área participaron con el 45.52%, seguido de las fuentes móviles con el 39.50%, y el restante 14.98% se lo reparten entre las fuentes naturales y las puntuales. El manejo y distribución de gas LP se incluye dentro de las fuentes emisoras de área, por lo que se incluye dentro de las principales fuentes generadoras de este contaminante. De las 13,201 t anuales de COV producidas por las fuentes de área, el 24.54% corresponden a las emisiones generadas por el manejo y distribución de gas LP, solo por detrás de las emisiones generadas por los autos de pasajeros / taxis y el uso doméstico de solventes.

Tabla IV.10. Inventario de emisiones de contaminantes criterio en los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez en el año 2016[§].

Tipo de fuente	Emisiones (t año^{-1})							
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NOx	COV	CN	CH_4
Puntuales	1,359	914	738	12,426	2,526	1,135	4	27
De área	2,440	1,508	137	1,233	704	13,201	33	52,648
Móviles	1,339	1,227	553	103,928	18,274	11,455	175	386
Naturales	N/A	N/A	N/A	N/A	1,655	3,210	N/A	N/A
Total	**5,139**	**3,649**	**1,427**	**117,587**	**23,159**	**29,210**	**213**	**53,061**

§ Fuente: SEGAM (2018).

Considerando los resultados de la calidad del aire reportados por el INECC para los años 2018 y 2019, se puede concluir que no existe problemas por las concentraciones de los contaminantes criterio O_3, CO, SO_2 y NO_2, no así con las concentraciones de las PM_{10} en algunos días del año, principalmente durante la época seca y de más calor. Ahora, si bien las estaciones de monitoreo de calidad del aire se encuentran fuera de la poligonal del SAR definido para el proyecto, los resultados reportados pudieran tomarse solo como datos de referencia ya que parte del SAR y del desplante de obras del proyecto se encuentran dentro de la ciudad y zona conurbana de San Luis Potosí.

IV.3.1.3 Ambiente sonoro

El ambiente sonoro está conformado por las ondas que constituyen el sonido y ruido generado por diversas fuentes en un punto y tiempo dado. Sonido y ruido algunas veces se utilizan indistintamente, como sinónimos, sin embargo, existe una diferencia entre ellos. Mientras sonido se refiere, en sentido general, al efecto auditivo que es agradable para el oído, como sentido del ser humano, el ruido hace referencia a las ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido.

De acuerdo con la Organización Mundial de Salud (WHO, por sus siglas en inglés) (WHO, 1999), el ruido ha sido un problema ambiental desde siglos atrás, el cual ha venido agravándose con el paso del tiempo debido a las actividades humanas, siendo más impactante en las zonas urbanizadas.

En las grandes ciudades, como la Ciudad de México, las principales fuentes generadoras de ruido son los vehículos automotores, la actividad industrial, las diversas actividades en calles y edificios y las actividades de entretenimiento, con el 80, 10, 5 y 5% de la contaminación promedio, respectivamente.

Entre las dos características importantes del ruido están su duración e intensidad. Por su duración se tienen los ruidos intermitentes que se dan por cierto lapso en un espacio dado, y los continuos, éstos tienen un periodo largo de generación, sin interrupción, en un espacio dado. Y, la intensidad es la energía radiada por una fuente en la unidad de tiempo que atraviesa la unidad de superficie (Mestre, S/F), está relacionada con la distancia a la fuente generadora. La unidad de medida es el decibelio (dB) y se mide con un sonómetro.

Dependiendo de la intensidad será el grado de afectación o no al ser humano. De acuerdo con la información proporcionada por la WHO (1999), se espera que intensidades menores de 70 dB(A) no representen un problema para la salud (deficiencias auditivas), aun y cuando estén expuestos por muchos años. El límite máximo permisible de ruido laboral para adultos definido por la WHO es de 140 dB, y para niños jugando con juguetes ruidosos es de 120 dB.

Los efectos que tiene la contaminación acústica en los seres humanos son (WHO, 1999):

- Trastornos del sueño.
- Efectos sobre las funciones fisiológicas (hipertensión y cardiopatía).
- Acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales.
- Efectos negativos sobre el rendimiento laboral y en el aprendizaje de niños.
- Efectos en la conducta y relaciones sociales, e
- Interferencia en la vía de comunicación de la sociedad.

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés), es una agencia del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos que tiene entre sus tareas la de definir la reglamentación para la protección de los trabajadores. Esta Agencia, en coordinación con el Construction Safety Council (CSC), publicaron en el 2011 el manual sobre los peligros a la salud en el trabajo de la construcción (CSC, 2011), en el cual se establecen las medidas de protección y prevención para la seguridad y salud en general de los trabajadores. En este manual se incluyen los niveles de ruido promedio en el proceso constructivo generado por el uso de herramienta y maquinaria, así como el tiempo de exposición permisible para los trabajadores de acuerdo con la intensidad de ruido para evitar posibles daños a su salud.

Del listado de herramientas y maquinaria que se usan en las actividades constructivas que emiten mayor intensidad de ruido, resulta que el rango de generación de ruido va de los 85-86 dB(A) a los 114 dB(A) (Tabla IV-11), siendo la maquinaria para soldar y las esmeriladoras las que emiten la menor intensidad de ruido y, por lo contrario, los taladros de martillo los más ruidosos, seguido del hincapilotador con 112 dB(A), los cuales no serán usados como parte del desarrollo del proyecto. Dicho listado se complementa con los niveles máximos permisibles de emisión de ruido ocasionado por automóviles, camiones, autobuses y tracto-camiones establecidos por el gobierno de la Ciudad de México, en su Reglamento para la Protección de Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido, en el cual se indica que vehículos con más de 10,000 kg tienen como nivel máximo permisible la emisión de hasta 84 dB(A). Esta información es importante para la identificación y evaluación de impactos ambientales a generarse en los procesos constructivos de proyectos en desarrollo, así como para establecer las medidas ambientales para mitigar su afectación.

Para el desarrollo del proyecto, el parque de automotores estará formado maquinaria tipo retroexcavadoras y camiones de volteo, sin requerir el uso de otro tipo de maquinaria o equipo pesado.

Tabla IV.11. Niveles de ruido promedio en herramientas usadas en actividades constructivas y exposición de trabajadores a ruido según equipo de trabajo§ y de vehículos automotores según el gobierno de la CDMX.

Herramienta / exposición	Nivel de ruido (dB(A)
OSHA§	
Taladro de martillo	114
Hincapilotador	112
Sierra de cadena	109
Sierra para cortar	108
Llave de impacto	107
Herramienta motorizada	106
Sierra circular	100
Martillo neumático	96

Herramienta / exposición	Nivel de ruido (dB(A)
Esmeriladora	86
Maquinaria para soldar	85 - 90
Tractor con pala mecánica	97 - 107
Vibrador compactador	91 - 104
Rodillo asfaltador	85 - 103
Grúa de cadena (cabina sin aislar)	90 - 98
Grúa de cadena (cabina aislada)	80 - 89
Grúa con rueda de gomas (cabina sin aislar)	78 - 90
Grúa con rueda de gomas (cabina aislada)	59 - 87
Herrería	106
Albañilería	91
Carpintero	89
Vehículos automotores[§§]	
Hasta 3,000 kg	79
Más de 3,000 kg y hasta 10,000 kg	81
Más de 10,000 kg	84

[§] Obtenidos de CSC (2011).

[§§] Reglamento para la Protección de Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de diciembre de 1982.

Aunado a los efectos que tiene la contaminación acústica en la sociedad, se debe tomar en cuenta que ésta también impacta negativamente el comportamiento de la fauna silvestre, en este caso específico a la terrestre. Su efecto dependerá de la taxa y hasta especies, ya que tienen diferente nivel de respuesta a las ondas y niveles acústicos. Bowles (1995) reportó que los mamíferos pueden tener una sensibilidad por debajo de los 20 dB. En este caso, la sensibilidad se debe entender como el sonido más débil que pueden oír. Las aves muestran mayor uniformidad en su capacidad auditiva que los mamíferos en un rango que va de los 0 a los 10 dB; aunque los búhos son una de las pocas excepciones con un rango de sensibilidad entre 15 y 20 dB (Bowles, 1995).

La autora arriba mencionada refiere que los reptiles han sido menos estudiados, sin embargo, se menciona que las tortugas tienen una deficiencia auditiva, estando su mejor sensibilidad entre los 40 y 50 dB. En este caso, las lagartijas resultan ser más sensibles con un rango que va de los 10 a los 20 dB. Por último, resulta que los anfibios son los que muestran un rango de sensibilidad más amplio, mismo que va de los 10 a los 60 dB.

Francis y Barber (2013) mencionan que el ruido puede impactar el comportamiento animal que se pueden agrupar en cuatro categorías: a) cambios conductuales temporales; b) alterando la distribución y movimiento espacial; c) afectando los hábitos de consumo o mejorando su capacidad para interactuar con depredadores y, d) cambios en la forma de atraer parejas y en la defensa territorial.

Estudiando el efecto de la contaminación acústica en aves, Arpacik et al. (2016) mencionaron que ésta impacta su comportamiento, especialmente en el apareamiento, anidación y alimentación. En este mismo grupo de fauna, Francis y Barber (2013) y Peris y Pescador (2004) encontraron que el ruido que se emite tiene un efecto adverso en ciertas especies, pero no en toda la comunidad de aves de una región, lo que llega a reflejarse en una reducción en la diversidad de especies. Esto último también lo reportan Francis et al. (2009) estudiando el efecto que tiene la contaminación acústica en la distribución y anidamiento de aves, encontrando que el ruido redujo la diversidad de especies anidadas, guiando a una diferenciación de comunidades y favoreciendo la reproducción debido a la reducción de algunos depredadores. Además, si bien Peris y Pescador (2004) encontraron la afectación para ciertas especies de aves, también refieren que existen especies que tienden a ser más abundantes cerca de carreteras con ruido más intenso. Estos últimos autores no mencionan cuantitativamente las intensidades de ruido de las carreteras bajo estudio, pero Mestre (S/F) refiere que un coche en una autopista emite una intensidad de 100 dB (muy ruidoso), un camión pesado (a 6 m de distancia) emite una intensidad de 90 dB (muy ruidoso) y una calle con mucho tráfico 80 dB.

Dooling y Popper, citados por Montenegro et al. (2020), mencionan que el rango de nivel de presión sonora límite para que las aves no se vean afectadas en un entorno suburbano es de entre 50 y 60 dBA. Sin embargo, en reptiles el ruido llega a tener menor efecto, ya que son pocas las especies de esta clase que usan sonidos para comunicarse, entre los que se conocen que lo utilizan están los geckos (*Gekko* sp.) y el anolis verde (*Anolis carolinensis*).

La fuente de ruido, y su intensidad y duración, tiene un efecto diferente de acuerdo de la clase de la fauna silvestre que se trate. Montenegro et al. (2020), realizaron un estudio en la cual analizaron los diferentes criterios para realizar evaluaciones de impacto ambiental, asumiendo estos como el efecto que el ruido proveniente del ambiente, transporte, industrial, militar y laboratorio sobre los cambios que pudieran generar en el comportamiento conductual de la fauna silvestre. De acuerdo con su análisis, las aves son las que sufren los mayores cambios conductuales y a menores intensidades de ruido, independientemente de la fuente emisora del ruido (Tabla IV.12). El ruido generado por el transporte provoca cambios conductuales en las aves según la intensidad que alcance: cambio en la frecuencia de vocalizaciones al llegar a los 50 dBA, incremento en la amplitud de vocalizaciones a los 57 dBA, preferencia por descansar en áreas más tranquilas a los 47 dBA, efectos en fisiología y desarrollo a los 60 dBA y cambios en abundancia, riqueza, distribución y ocupación a menor a los 46 dBA.

En el caso de los mamíferos se tendría un menor efecto en el cambio conductual según los criterios potenciales mencionados por los autores antes mencionado, y a mayores niveles de ruido, notándose cambios entre los 52 dBA y los 98 dBA (Tabla IV.12). En este caso, el ruido generado por el transporte incide en la búsqueda de alimento cuando se llega a los 80 dBA de presión sonora, pero a partir de los 52 dBA se esperaría un incremento en el estrés fisiológico cuando se analiza desde el punto de vista del ruido industrial, que es una fuente fija y constante de ruido.

Tabla IV.11. Criterios potenciales de la emisión e intensidad de ruido para realizar evaluaciones de impacto ambiental según la clase de fauna silvestre§.

Fuente	Aves		Mamíferos		Herpetofauna	
	Cambio	Intensidad	Cambio	Intensidad	Cambio	Intensidad
Ambiental	Cambios en componentes frecuenciales de las vocalizaciones	44–73 dBA# 54 dBA** 60 dBA* 59 dBA†	Cambios en la frecuencia y amplitud del llamado para eco localizar	80 dBA	Cambios en la distribución de energía de los cantos a una frecuencia más alta	62 dBC#
	Cambios en el rango y duración del llamado	60 dBA* 48–66 dBA#	---	---	---	---
	Incremento de amplitud en vocalizaciones	54 dB$,** 53-62 dBA#	---	---	---	---
	Cambios en la sincronización de vocalizaciones	63 dBA#	---	---	---	---
	Disminución en la complejidad acústica	53 dBA†	---	---	---	---
	Disminución en diversidad de especies	40 dB$# 45 dBA*	---	---	---	---
	Disminución del éxito reproductivo	58 dBA* 43 dBA***	---	---	---	---
Transporte	Cambios en componentes frecuenciales de las vocalizaciones	50 dBA#	Interrupción de la búsqueda de alimento	80 dBA*	Reducción en la permanencia y duración del coro	72 dBA#
	Incremento de amplitud en vocalizaciones	57 dBA#	---	---	Dificultad en localizar compañeros	75 dBC#
	Preferencia por descansar en áreas más tranquilas	47 dBA**	---	---	Cambio en el tiempo de llamado	71 dBC†
	Efectos en fisiología y desarrollo	60 dBA†	---	---	Aumenta el umbral de la respuesta en 20 - 25 dB	70 dBC
	Cambios en abundancia, riqueza, distribución y ocupación	46 dBA?	---	---	Disminución de la tasa de llamada	73 dBA
Industrial	Cambios en frecuencia y longitud del canto	45 dBA**	Incremento en estrés fisiológico	52 dBL#	---	---
	Incremento en niveles de estrés fisiológicos	52 dBA#	Reducción de la eficiencia reproductiva	68 dBA**	---	---
	Reducción de éxito reproductivo	68 dBA#	---	---	---	---

Fuente	Aves		Mamíferos		Herpetofauna	
	Cambio	Intensidad	Cambio	Intensidad	Cambio	Intensidad
	Disminución en ocupación y abundancia	48 dBA# 55 dBA# 45 dBA#	---	---	---	---
	Cambios en comunidad e interacción entre especies	60 dBC? 50 dBC#	---	---	---	---

§ Adaptada de Montenegro et al. (2020).

* Nivel de presión sonora. ** Nivel de presión sonora continuo equivalente. † Nivel de presión sonora máximo. ‡ Nivel de exposición sonora. # Promedio.? Desconocido.

En México, las emisiones de ruido están regulas por la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, la cual fue publicada el 13 de enero de 1994 en el Diario Oficial de la Federación. Esta norma tiene el objetivo de establecer los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y se método de medición. Posteriormente, el 03 de diciembre de 2013 se publicó, en el mismo medio, el acuerdo por el que se modifica su numeral 5.4, que define los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A", por tipo de zona y horario, la cual quedó como se indica en la Tabla IV.13.

Tabla IV.12. Valores máximos permisibles de ruido de fondo establecidos en el acuerdo de modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.

Ambiente específico	Horario	Límite máximo [dB(A)]
Residencial (exteriores)	6:00 a 22:00	55
	22:00 a 6:00	50
Industriales y comerciales	6:00 a 22:00	68
	22:00 a 6:00	65
Escuelas (exteriores en juegos)	Durante el juego	55
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	4 horas	100

El SAR y área del proyecto se encuentra bajo los efectos de las emisiones sonoras emitidas por el tráfico vehicular propio de la zona urbana y conurbada de San Luis Potosí, siendo menos intenso en el área del parque industrial que hacia la zona centro de la ciudad. Además, al tráfico vehicular de los pobladores de las zonas urbanas de los municipios que conforman el SAR se suman las emisiones sonoras del tráfico vehicular que transita por la carretera federal 57, en su tramo que atraviesa San Luis Potosí, así como el de las carreteras federales libres 37 y 80, las cuales se conectan con la carretera federal 57 en el área del SAR, las cuales se caracterizan por tener una alta afluencia de vehículos pesados que transportan productos entre los estados del centro, sur y norte del país durante las 24 horas del día.

IV.3.1.4 Fisiografía, Geología y geomorfología

IV.3.1.4.1 Fisiografía

México es un país con una gran variación topográfica y geológica, representado por sistemas montañosos que corren cerca o relativamente cerca de las zonas de costa, mesetas o valles centrales, planicies costeras y áreas con poco relieve en los extremos, con intercalación entre ellas. Esta gran variación llevó a diferenciar y clasificar el territorio nacional en provincias y subprovincias fisiográficas donde las provincias representan las características generales del relieve de una región específica y, las subprovincias agrupan regiones con características topográficas similares que las diferencian de otras dentro regiones.

El INEGI presentó la clasificación fisiográfica del territorio nacional dividiéndolo en 15 provincias y 73 subprovincias. La superficie de la poligonal del SAR delimitado para el desarrollo del proyecto se ubica dentro de la provincia denominada “IX Mesa del Centro” (Figura IV.29).

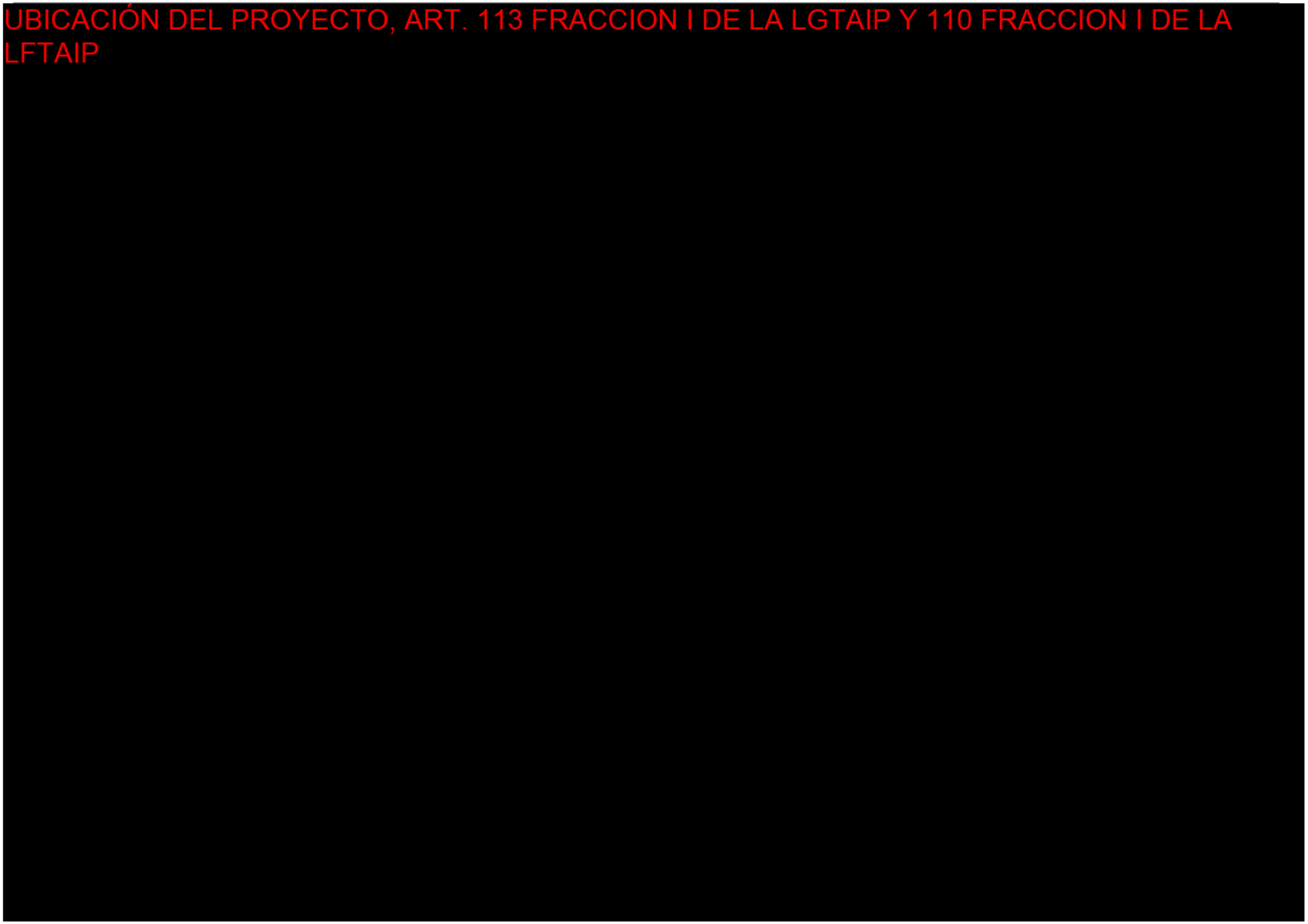

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

El INEGI (2008) describe a la provincia fisiográfica "Mesa del Centro" como una provincia que se ubica en la parte central del país; limita al norte y este con la Sierra Madre Oriental, al oeste con la Sierra Madre Oriental y, al sur con el Eje Neovolcánico. Se caracteriza por tener una conformación principalmente plana, ubicarse en una región elevada y con una variación altitudinal promedio que va de los 1,700 a los 2,300 msnm, teniendo como mayor elevación altitudinal los 2,500 msnm en la Sierra de Guanajuato.

Esta provincia fisiográfica abarca territorios de los estados de Aguascalientes, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas. Las llanuras más extensas se localizan en la zona de los Llanos de Ojuelos, la cual comprende parte de los estados de Guanajuato, Jalisco y Zacatecas, en tanto que, en la zona de los Altos de Guanajuato, las llanuras son menos extensas y las sierras más frecuentes.

En el estado de San Luis Potosí, esta provincia fisiográfica se ubica en la parte occidental en la que se llegan a tener altitudes que varían de los 1,610 a los 2,880 msnm. Esta zona del estado está caracterizada por estar conformada por amplias llanuras con presencia de sierras, mesetas y lomeríos. Las sierras y lomeríos son de pendientes suaves y tienen una orientación general norte – sur.

La provincia fisiográfica está dividida en siete subprovincias fisiográficas: 40) Sierras y lomeríos de Aldama y río Grande; 41) Sierras y llanuras del norte; 42) Llanuras y sierras potosino – zacatecanas; 43) Llanuras de Ojuelos – Aguascalientes; 44) Sierras y llanuras del norte de Guanajuato; 45) Sierra Cuatralba, y, 46) Sierra de Guanajuato. El SAR del proyecto se ubica en la subprovincia "44 Sierras y llanuras del norte de Guanajuato", la cual cubre parte de 39 municipios pertenecientes a los estados de San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro (Figura IV.30). Los municipios del estado de San Luis Potosí que se encuentran formando parte de esta subprovincia fisiográficas son: Ahualulco, Armadillo de los Infante, Cerro de San Pedro, Mexquitic de Carmona, Santa María del Río, Soledad de Graciano Sánchez, Tierra Nueva, Villa de Arriaga, Zaragoza, Villa de Reyes y San Luis Potosí.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

El SAR se encuentra rodeado por tres importantes sierras, las cuales se encuentran dentro de esta provincia y subprovincia fisiográfica, del lado noreste se tiene la Sierra de Álvarez, al sur encuentra la sierra de Gogorrón, también conocida como sierra de Santa María, y al este la sierra San Miguelito.

La sierra Gogorrón atraviesa el parque nacional de mismo nombre, sobresaliendo de la planicie formada por el valle de Villa de Reyes. Entre los límites del SAR y la sierra hay áreas planas y con pendientes suaves, mismas que conforme se alejan de los límites y se acercan a la sierra pasan a ser más abruptas con presencia de escarpes de difícil acceso. La altitud máxima alcanzada en la sierra es de 2,300 msnm en la parte del cerro Blanco.

Al este del SAR se encuentra la sierra de Álvarez, formando parte de la Sierra Madre Oriental, en el área del municipio de Zaragoza. Esta sierra se distingue por estar formada por áreas con altas y abruptas pendientes con escarpes que impiden la realización de actividades y favorece su conservación. Entre el SAR y la serranía se encuentra un valle con amplias planicies y ligeros cambios de pendiente, usado para la producción agropecuaria y áreas conservadas. La máxima altitud que se alcanza en la sierra ronda los 2,500 msnm, cuando en el área del valle es de 2,000 msnm.

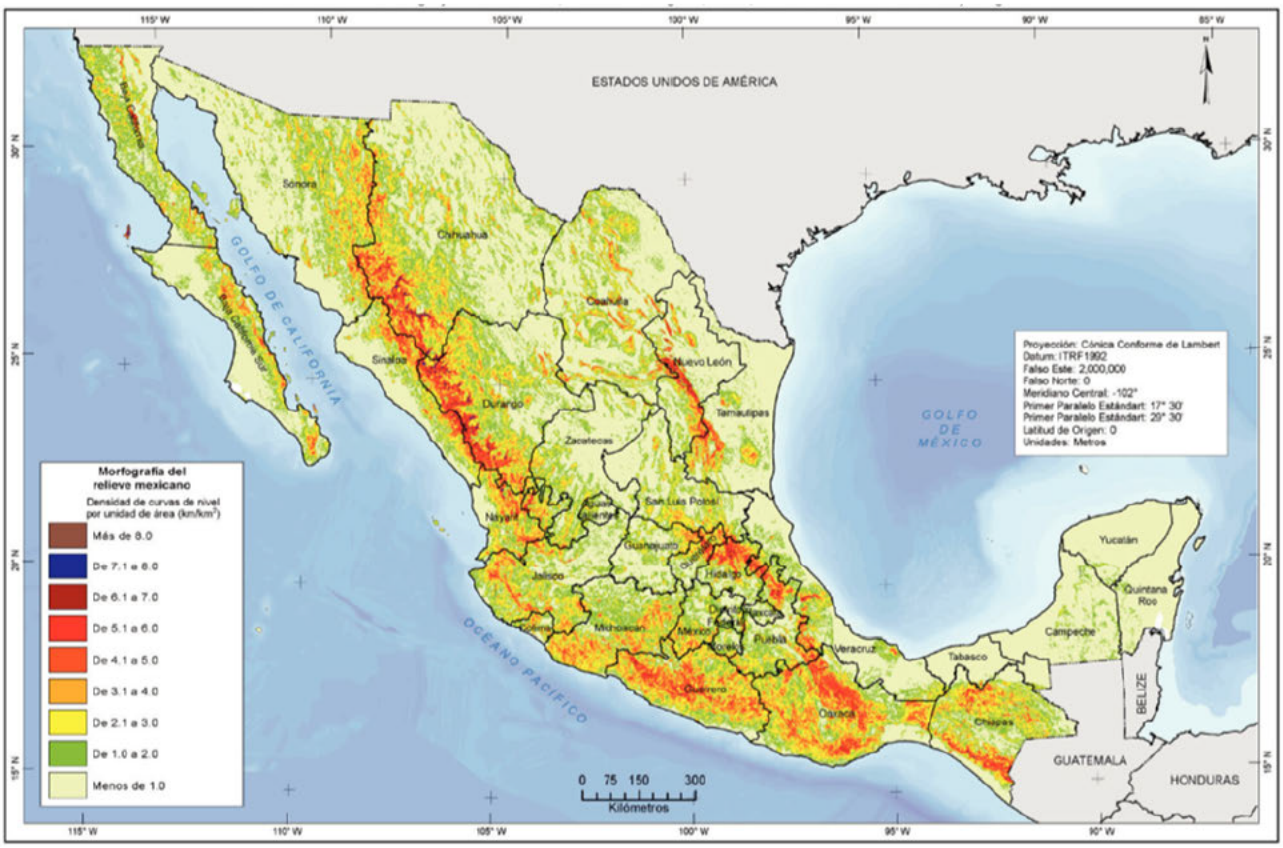
Al oeste del SAR se encuentra la sierra San Miguelito, la cual sirvió como cambio de conformación geomorfológica para la delimitación del SAR, siendo un área ampliamente conocida y destacada en el estado por los servicios ambientales que brinda a la zona metropolitana de San Luis Potosí, así como las localidades aledañas a esta. En la sierra destaca el cerro Picacho de Bernalejo, el cual alcanza los 2,600 msnm y se encuentra al suroeste del SAR, dentro de la poligonal del parque nacional Gogorrón, en los límites con el área de protección de flora y fauna Sierra de San Miguelito. La altitud máxima alcanzada dentro de la sierra ronda los 2,800 msnm.

Orográficamente, el polígono del SAR se ubica en un gran valle con poca variación altitudinal de norte a sur y de este a oeste, con una altitud modal alrededor de los 1,820 msnm (Figura IV.31). Al sur del SAR es donde se tiene la menor altitud rondando los 1,800 msnm, la cual va ascendiendo ligeramente conforme se avanza hacia el norte hasta los 1,860 msnm, aproximadamente.

A lo ancho del SAR existe una mayor variación altitudinal que a lo largo del polígono, siendo la parte central, a todo su largo, la zona de menor altitud, la cual va de los 1,810 a los 1,850, para incrementar hacia los extremos este y oeste. Hacia el lado este alcanza su mayor altitud en los 2,200 msnm, en los límites con entre los municipios de San Luis Potosí y Zaragoza, al noreste del SAR. Y, por otro lado, hacia los límites con la sierra de San Miguelito se llega aproximadamente a los 2,000 msnm, en el área cercana a la presa La Cantera, al centro oeste del SAR.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Para conocer la conformación geomorfométrica del relieve nacional Hernández et al. (2017), propusieron su realización mediante el cálculo de la densidad de curvas de nivel por unidad de área (km km^{2-1}). Para ello, extrajeron todas las curvas de nivel de la carta topográfica en formato vectorial 1:250,000 para estimar su densidad por unidad de área, complementado con análisis raster, dio como resultado una conformación de nueve tipos de unidades geomorfométricas según su densidad, yendo de menos de 10 para un carácter morfológico del "relieve plano, suavemente ondulado, muy débilmente diseccionado o no diseccionado", hasta más de 500 que corresponde a una unidad geomorfométrica "montañosa, muy fuertemente diseccionada" (Figura IV.32; Tabla IV.14).



Fuente: Tomado de Hernández et al. (2017).

Figura IV.28. Diferenciación de las unidades morfométricas a nivel nacional determinadas mediante la densidad de curvas de nivel por unidad de área (km km^{2-1}).

Tabla IV.13. Tipos de unidades geomorfométricas determinadas para México con base a la densidad de curvas de nivel por unidad de área[§].

ID	Densidad	Carácter morfológico
1	Menos de 10	Plano, suavemente ondulado, muy débilmente diseccionado o no diseccionado, ocupando llanuras poligénicas.
2	De 10.1 a 20	Ondulado, en ocasiones plano, débil o ligeramente diseccionado, aisladamente poligenético.

ID	Densidad	Carácter morfológico
3	De 20.1 a 50	Colinoso, moderadamente diseccionado.
4	De 50.1 a 100	Muy colinoso y alomado, fuertemente diseccionado.
5	De 100.1 a 200	Muy alomado, muy fuertemente diseccionado.
6	De 200.1 a 300	Montañoso, en ocasiones alomado, ligeramente diseccionado.
7	De 300.1 a 400	Montañoso, moderadamente diseccionado.
8	De 400.1 a 500	Montañoso, fuertemente diseccionado.
9	Más de 500	Montañoso, muy fuertemente diseccionado.

§ Tomada de Hernández et al. (2017).

Considerando la clasificación geomorfométrica propuesta por Hernández et al. (2017), se determinó que el polígono del SAR está dominado por la unidad 1, es decir menos de 10, que corresponde a una zona plana, suavemente ondulado, muy débilmente diseccionado o no diseccionada (Figura IV.33). Esta conformación se encuentra en toda la superficie del SAR, incluyendo la parte perteneciente a Valle de Reyes, al sur del polígono, como al norte, en San Luis Potosí.

Hacia los costados del SAR se llegan a tener áreas que corresponden a la unidad 2 "De 10.0 a 20: Ondulado, en ocasiones plano, débil o ligeramente diseccionado", pero sin llegar a presentarse amplias zonas que lleguen a clasificarse como colinas, las cuales se pueden observar más frecuentemente fuera de los límites del SAR.



Relieve plano dentro del SAR perteneciente a Villa de Reyes



Relieve plano dentro del SAR perteneciente a San Luis Potosí



Relieve plano dentro del SAR y, al fondo fuera del SAR, la sierra San Miguelito con geomorfología muy alomado, muy fuertemente diseccionado en Villa de Reyes.



Al frente geomorfología ondulada, en ocasiones plano, débil o ligeramente diseccionado a orillas del SAR en San Luis Potosí. Al fondo parte de la sierra de Álvarez, municipio de Zaragoza.

Figura IV.29. Unidades geomorfométricas identificadas dentro del polígono del SAR del proyecto y sus áreas colindantes.

Al respecto, es importante mencionar que las obras del proyecto se habilitarían en áreas con unidades geomorfométricas planas, suavemente onduladas y onduladas, en ocasiones planas, débil o ligeramente diseccionadas, lo que facilitaría las actividades de construcción.

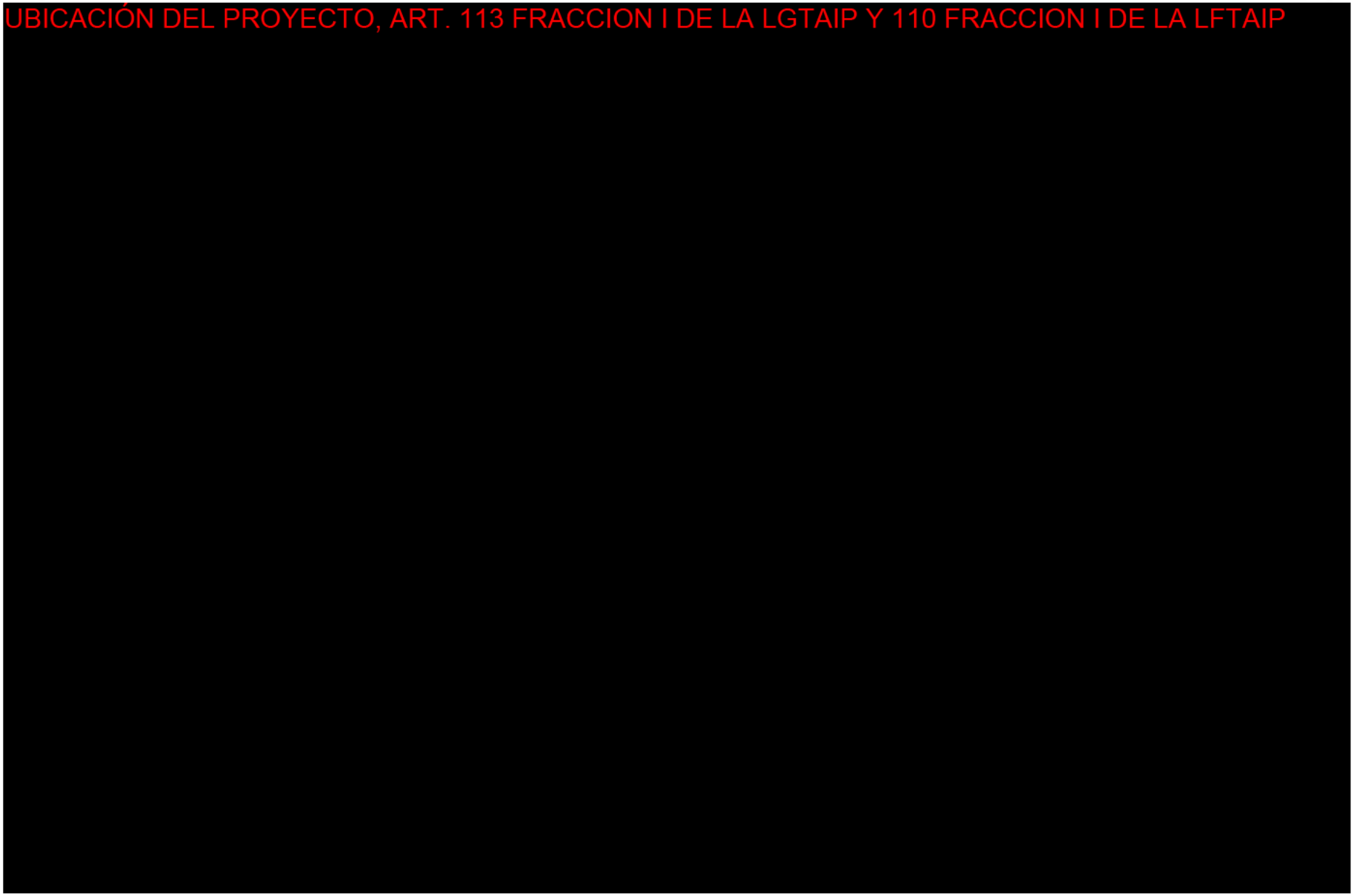
IV.3.1.4.2 Geología

El área del SAR del proyecto se ubica sobre lo que se conoce como Graben de Villa de Reyes, también conocido como Graben San Luis Potosí – Villa de Reyes, el cual comprende la parte central del municipio de mismo nombre y corre por la parte central del municipio de San Luis Potosí, limita en su parte septentrional con los campos volcánicos de San Luis Potosí y con el del Río Santa María, y, en su Proción meridional con el Campo Volcánico de la Sierra de Guanajuato (López-Loera y Tristán-González, 2013). Los autores antes referidos mencionan que derivado de su ubicación, la fosa del Graben se encuentra rellena por depósitos volcánicos y clásticos de edad Oligoceno temprano reciente (Figura IV.34). Por otra parte, Tristán-González et al. (2008), refieren que el Graben de Villa de Reyes forma parte de una serie de estructuras tectónicas presentes en la Mesa Central que corresponde a la etapa de máxima extensión del área de 26 – 28 Ma, la cual es responsable de la mayor actividad tectónica del estado de San Luis Potosí.

El Graben Villa de Reyes en el Campo Volcánico de San Luis Potosí, donde se ubica el SAR, se encuentra cruzado por un sistema de fallas de orientación NW – SW, tienen un arreglo en un patrón de dominó, y en menor cantidad fosas tectónicas estrechas que se rellenaron con derivados piroclásticos de la Ignimbrita Panalillo y basaltos. Ramos-Leal et al. (2007) mencionan que el valle de San Luis Potosí se formó por el desplazamiento a lo largo de este sistema de fallas y el relleno de la depresión tectónica inició con el depósito de la Riolita Panalillo, que es una unidad formada por tobas de caída, material epiclástico volcánico, tobas de derrame piroclástico que varían de débil a intensamente piroconsolidadas y horizontes locales de sedimentos arenosos y limo – arcillosos.

Las rocas volcánicas del fondo del Graben la conforman los dos tipos Latita Portezuelo de 30.6 Ma (ToLa) y la Ignimbrita Panalillo (TomR-Ig y Tolg), de edad 26 Ma (Figura IV.34). La Latita Portezuelos (ToLa) sobreyace en el fondo de la fosa a los sedimentos marinos del Cretácico tardío, a la Formación Cenicera y a la Ignimbrita Santa María. La Ignimbrita Panalillo es un producto piroclástico post-colapso. Por otro lado, la parte central del valle de San Luis Potosí, donde se asienta el SAR, está conformado por un suelo aluvial (Qal), lo que significa se compone de partículas de rocas sedimentarias que las corrientes de agua fueron transportando desde la parte alta a la más baja, dejando sus bancos durante las inundaciones.

Estratigráficamente, López-Loera y Tristán-González (2013) describen la región donde se ubica el SAR como un área formada por tres paquetes pertenecientes al Complejo Volcánico de la Sierra de San Miguelito, colindante con el SAR, el que se localiza dentro del Graben Valle de Reyes, donde se ubica el SAR, y parte del paquete del Campo Volcánico del Río Santa María.

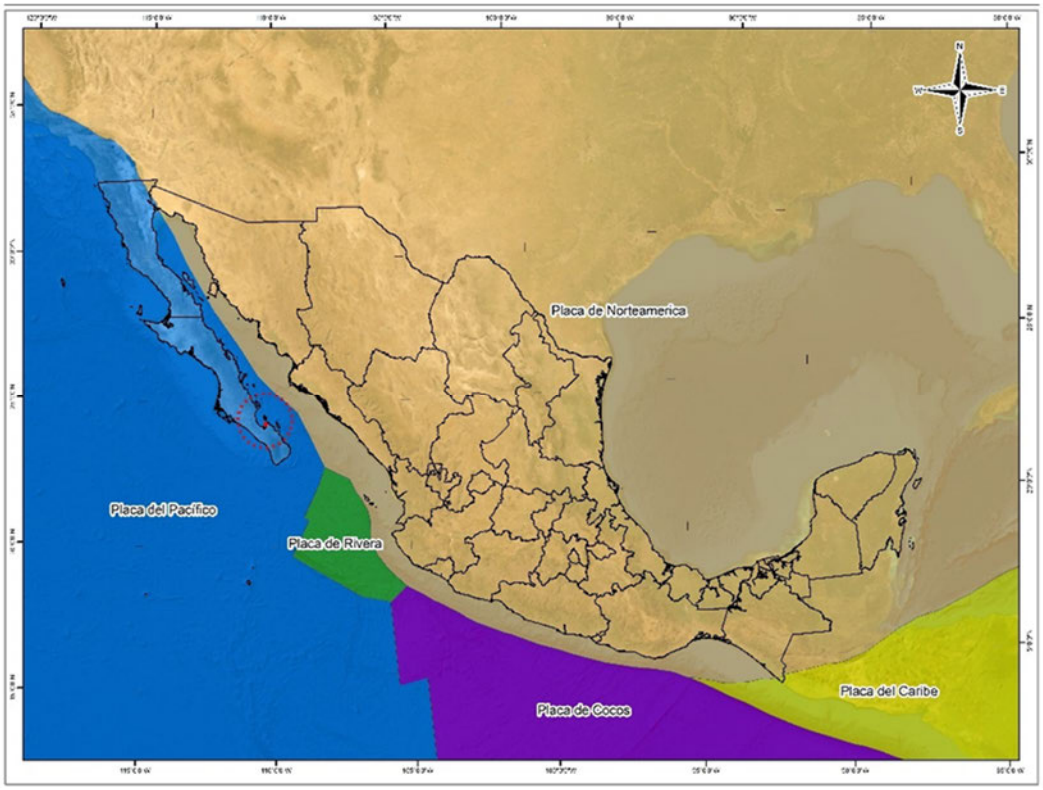

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.3.1.4.3 Sismicidad

México se considera un país activo sísmicamente, en el que se tiene conocimiento de este tipo de eventos desde el periodo prehispánico y la conquista. Esta actividad es resultado de la subducción de la placa de Cocos a lo largo de la Trinchera Mesoamericana. En el sur y oeste de México, este fenómeno es más complejo debido a que es controlada por la subducción de la placa de Cocos bajo las placas de Norte América y del Caribe en el sureste.

Si bien en el periodo prehispánico y de la conquista no se tenían sismógrafos para medir la intensidad y duración de los temblores, quedaron evidencias documentadas de los daños que éstos dejaban en los lugares donde impactaban. Es a finales del siglo XIX cuando ya se empezó a tener conocimiento de las características de estos movimientos.

El país se encuentra en una zona de alta sismicidad debido a la interacción de cinco placas tectónicas: la placa de Norteamérica, la del Pacífico, la del Caribe, la de Rivera y la placa de Cocos (Figura IV.35). De acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional, estas últimas dos placas se encuentran en subducción (se sumergen) debajo de la placa de Norteamérica y, la de Cocos, además, con la placa del Caribe. Rivera se sumerge bajo Jalisco y Colima, mientras que Cocos lo hace debajo de Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas (García, 2007). Al sur de Chiapas y en Centroamérica, Cocos continua, pero ahora subduciendo debajo de la placa del Caribe.



Fuente: Servicio Sismológico Nacional, en: Http://www.ssn.unam.mx/jsp/reportesEspeciales/sismoMayor.pdf.

Figura IV.31. Placas tectónicas que se encuentran influenciando la República Mexicana.

De acuerdo con DeMets et al., Gripp y Gordon, y DeMets citados por García (2007), la placa de Norteamérica se mueve hacia la placa de Cocos, mientras que la placa del Caribe está esencialmente estacionaria o se aleja muy

lentamente de la placa de Cocos. Estos movimientos, principalmente el convergente que existe entre las placas Norteamericana con la de Cocos y la del Caribe con la Norteamericana, son los que generan grandes liberaciones de energía en forma de ondas sísmicas y de otros procesos tectónicos.

La liberación de las ondas sísmicas se manifiesta externamente mediante los movimientos telúricos, los que dependiendo de la energía a liberarse es la intensidad del movimiento. Normalmente, y principalmente en las grandes ciudades, movimientos con intensidades menores a 4 grados son poco o imperceptibles, mientras que, por otro lado, sismos por arriba de 5 grados son altamente perceptibles y, en algunos casos, devastadores.

De 1990 a 2021, en México se han tenido en promedio 18.7 temblores por día, con un mínimo de 1.7 (1992 y 1994) y un máximo de 83.3 (2018), según la base de datos del Servicio Sismológico Nacional (ver: http://www2.ssn.unam.mx:8080/estadisticas/) (Tabla IV.15). Su incidencia se ha ido acrecentando, en la década de los 90's se tuvieron 2.3 temblores diarios, en promedio, pero a partir de 2010 éstos se han incrementado de manera exponencial, llegando a ser 44.5 sismos en promedio en la década de 2011 a 2020. Es en este periodo donde se ha llegado a tener un mayor número de eventos diarios en promedio, con 83.3 sismos por día en el 2018, no obstante, a partir de este año se han tenido un comportamiento irregular, con disminución e incremento en el número de eventos por años, pero sin rebasar los detectados en el 2018 (Figura IV.36).

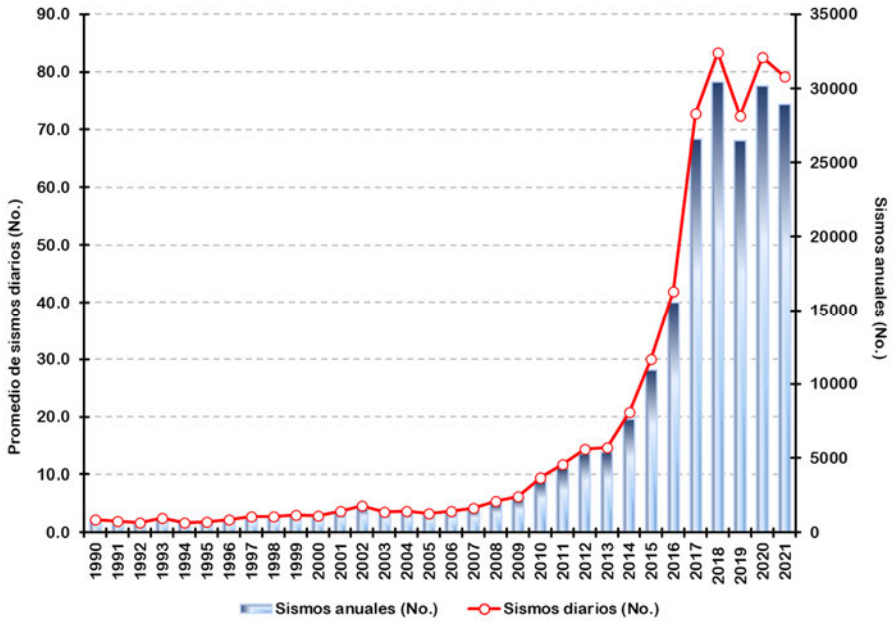
De los sismos registrados en el país en el periodo referido, el 83.3% fueron menores de 4 grados, y solo 125 (0.06% con respecto al total) fueron superiores a 6 grados.

Tabla IV.14. Número de sismos, clasificados por magnitud, presentes en México de 1990 a 2021 de acuerdo con la base de datos del Servicio Sismológico Nacional[§].

Año	Sismos anuales (No.)	Sismos diarios (No.)	Magnitud							
			No calculable	0 - 2.9	3 - 3.9	4 - 4.9	5 - 5.9	6 - 6.9	7 - 7.9	8 - 8.9
1990	796	2.2	1	12	247	510	24	2	0	0
1991	728	2.0	4	2	183	509	29	1	0	0
1992	614	1.7	1	4	184	398	27	0	0	0
1993	916	2.5	1	47	274	548	40	5	1	0
1994	622	1.7	0	20	192	383	24	3	0	0
1995	678	1.9	0	17	188	438	26	6	2	1
1996	789	2.2	0	8	203	543	32	2	1	0
1997	1019	2.8	13	44	388	533	34	6	1	0
1998	1024	2.8	2	11	453	532	21	5	0	0
1999	1099	3.0	1	12	542	527	11	4	2	0
2000	1052	2.9	9	28	463	531	18	2	1	0
2001	1344	3.7	9	8	704	585	32	6	0	0
2002	1689	4.6	0	4	880	761	40	4	0	0
2003	1323	3.6	0	5	728	568	18	3	1	0
2004	1347	3.7	0	2	670	639	33	3	0	0
2005	1210	3.3	0	1	678	514	17	0	0	0

Año	Sismos anuales (No.)	Sismos diarios (No.)	Magnitud							
			No calculable	0 - 2.9	3 - 3.9	4 - 4.9	5 - 5.9	6 - 6.9	7 - 7.9	8 - 8.9
2006	1356	3.7	0	0	792	544	19	1	0	0
2007	1528	4.2	0	1	728	764	33	2	0	0
2008	1958	5.4	0	7	1154	780	15	2	0	0
2009	2301	6.3	0	5	1648	610	37	1	0	0
2010	3462	9.5	0	23	2454	954	27	3	1	0
2011	4272	11.7	0	44	3357	839	27	5	0	0
2012	5244	14.4	1	21	4106	1054	50	10	2	0
2013	5361	14.7	0	57	4221	1046	33	4	0	0
2014	7610	20.8	1	238	6366	955	42	7	1	0
2015	10947	30.0	1	251	9057	1605	30	3	0	0
2016	15547	41.9	0	557	13501	1453	29	7	0	0
2017	26564	72.8	0	470	21628	4383	79	2	1	1
2018	30407	83.3	0	1584	25657	3122	41	2	1	0
2019	26442	72.4	0	308	23002	3087	43	2	0	0
2020	30130	82.5	0	309	26756	3029	33	2	1	0
2021	28926	79.2	0	651	25660	2581	32	1	1	0
Suma	**218,305**	**597.5**	**44**	**4751**	**177,064**	**35,325**	**996**	**106**	**17**	**2**
Máx	**30,407**	**83.3**	**13**	**1,584**	**26,756**	**4,383**	**79**	**10**	**2**	**1**
Mín	**614**	**1.7**	**0**	**0**	**183**	**383**	**11**	**0**	**0**	**0**
Promedio	**6,822**	**18.7**	**1**	**148**	**5,533**	**1,104**	**31**	**3**	**1**	**0**

Fuente: Servicio Sismológico Nacional, en: http://www2.ssn.unam.mx:8080/estadisticas/



Fuente: Elaboración propia con información del Servicio Sismológico Nacional, en: http://www2.ssn.unam.mx:8080/estadisticas/

Figura IV.32. Sismos totales anuales y promedios diarios presentes en México de 1990 a 2021 de acuerdo con la base de datos del Servicio Sismológico Nacional.

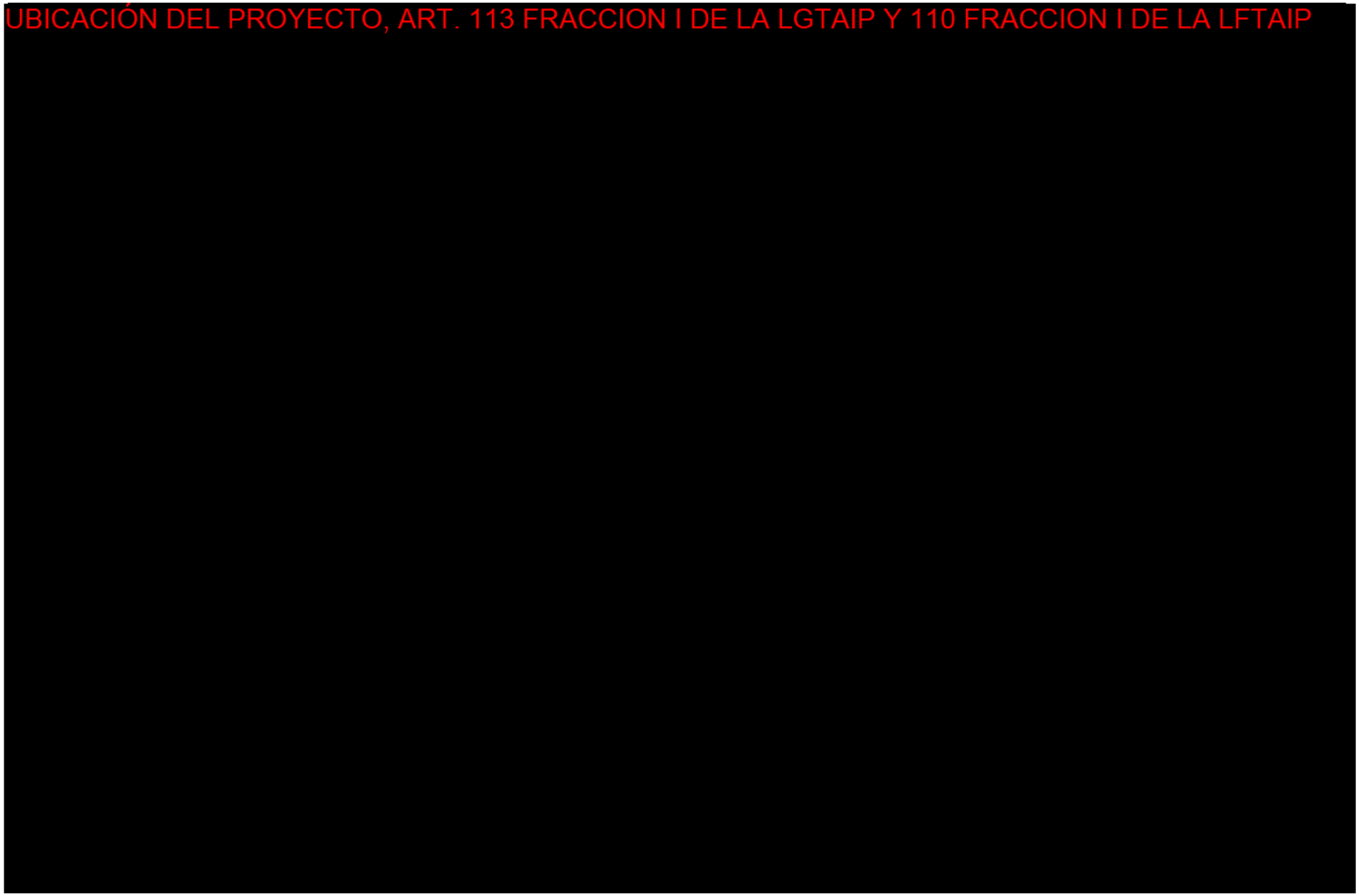
La CFE elaboró la regionalización sísmica del país tomando como base, para ello, los registros históricos de grandes sismos en el país, los catálogos de sismicidad existentes y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud. Con base en los resultados obtenidos, el país se dividió en cuatro regiones sísmicas: a) zona A, baja; b) zona B, media; c) zona C, alta y, d) zona D, muy alta, según se describe a continuación (Figura IV.37).

a) Zona A: Es donde no se tienen registros históricos, no se tiene conocimiento de eventos significativos en los 80 años previos a la elaboración del escrito y donde las aceleraciones del terreno se esperan sean menores al 10% del valor de la gravedad. Entre los estados ubicados en esta zona, total o parcialmente, están Yucatán, Nuevo León, Coahuila y, parcialmente, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango y Chihuahua.

b) Zonas B y C: En estas zonas la sismicidad no es nula, pero tampoco es tan intensa con en la zona D; los sismos son con menor frecuencia o las aceleraciones del terreno no rebasan el 70% de la gravedad. Estas zonas se ubican en una franja central que recorre de norte a sur el país y, es en la franja de la zona B donde se ubica la Ciudad de México y la parte norte y noreste del Estado de México.

c) Zona D: Es una franja que se ubica frente a las costas del océano Pacífico, abarcando parcialmente los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit. Se caracteriza por un área donde ocurren con mayor frecuencia los grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 10% del valor de la gravedad.

De acuerdo con esta regionalización, el SAR definido para el proyecto se ubica dentro de la zona moderada o media (B), lo que significaría que los sismos no son tan intensos ni tan frecuentes como en la zona C y las aceleraciones del terreno no rebasan el 70% de la gravedad de frecuencia (Figura IV.37).


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

De 1900 a mayo 2022 se han presentado 605 sismos de magnitud ≥ 5.5 a nivel nacional (Servicio Sismológico Nacional, en: http://www2.ssn.unam.mx:8080/sismos-fuertes/). El estado de Chiapas es el de mayor incidencia sísmica con el 27.3% de ellos (165 sismos), le siguen los estados de Oaxaca y Guerrero con el 16.4% y 16.0%, respectivamente (Figura IV.38). Como se puede ver, la presencia de este tipo de sismos se tiene mayoritariamente en los estados del lado del océano Pacífico.

En este rubro, el estado de San Luis Potosí no tiene registrados sismos de estas magnitudes.



Fuente: Elaboración propia con información del Servicio Sismológico Nacional, en: http://www2.ssn.unam.mx:8080/sismos-fuertes/

Figura IV. 2. Sismos totales anuales y promedios diarios presentes en México de 1990 a mayo 2022, de acuerdo con la base de datos del Servicio Sismológico Nacional.

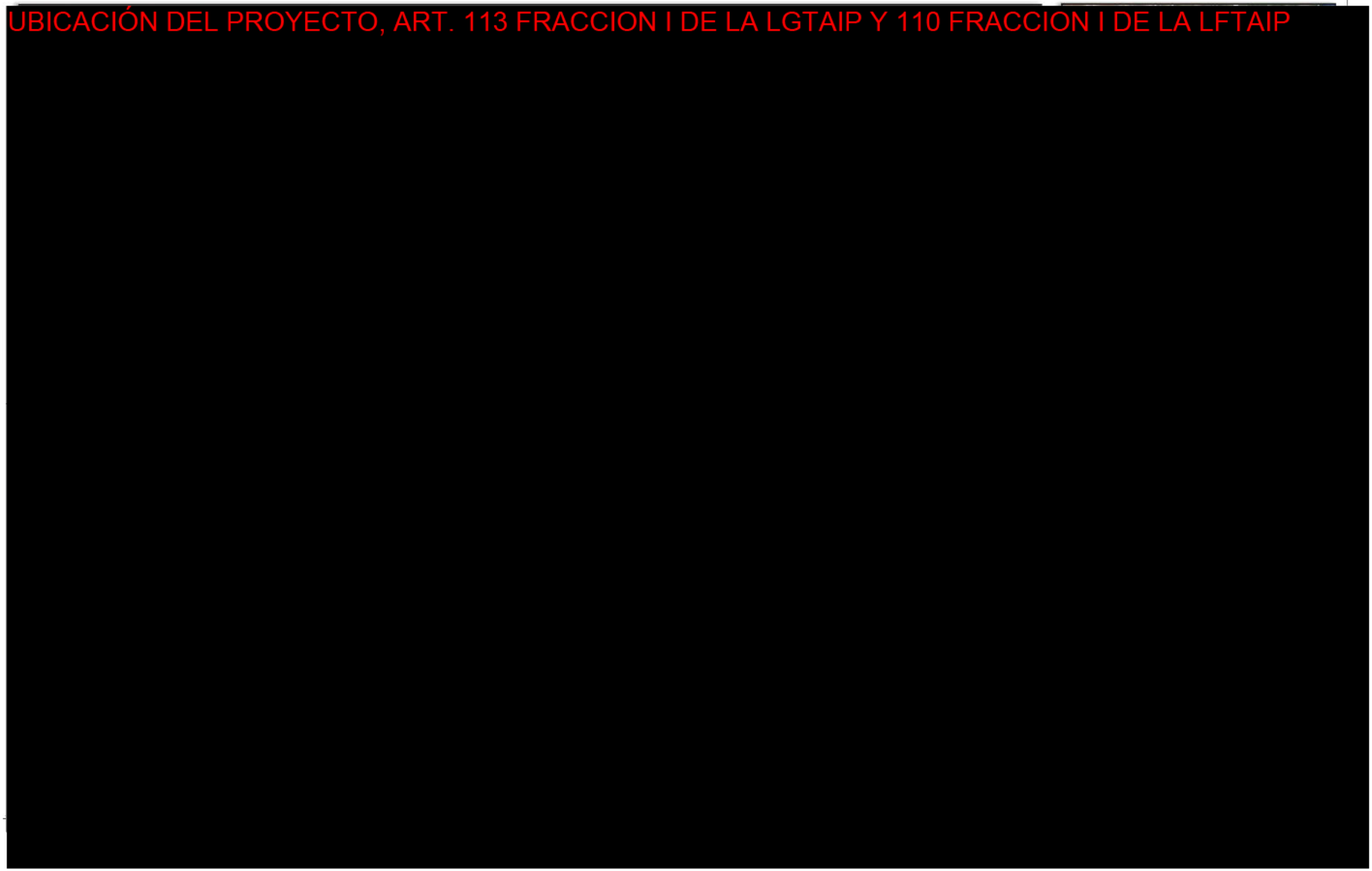
De 1990 a 2021, en el estado de San Luis Potosí se han registrado solo 172 eventos telúricos con una magnitud entre 3.0 y 4.9, ninguno de ellos dentro de la poligonal de SAR (Figura IV.39). De los eventos registrados en este periodo, 111 tuvieron una magnitud entre 3.0 y 3.9 y los 61 restantes estuvieron entre 4.0 y 4.9 de magnitud. De estos 61 con magnitud entre 4.0 y 4.9, 27 tuvieron 4.0 de magnitud, 20 4.1, dos 4.2, nueve 4.3, dos 4.4 y solo uno 4.6, el sismo de mayor magnitud en el estado. Lo que hay que resaltar que 121 de estos 172 eventos totales se registraron del 2016 al 2021 (Tabla IV.16).

Tabla IV.16. Número de sismos, clasificados por magnitud, presentes en San Luis Potosí de 1990 a 2021 de acuerdo con la base de datos del SSN§.

Año	Sismos (No.)	Magnitud		
		0 - 2.9	3 - 3.9	4 - 4.9
1990	2			2
1991	0			
1992	0			
1993	4		1	3
1994	2			2
1995	0			
1996	0			
1997	1			1
1998	3		2	1
1999	1			1
2000	0			
2001	1			1
2002	1			1
2003	1		1	
2004	3		1	2
2005	3		1	2
2006	1			1
2007	2			2
2008	1			1
2009	1			1
2010	1			1
2011	7		3	4
2012	2		1	1
2013	4		3	1
2014	3		3	
2015	7		4	3
2016	14		12	2
2017	21		19	2
2018	14		12	2
2019	27		17	10
2020	18		12	6
2021	27		19	8
Suma	172		111	61
Máx	27		19	10

Año	Sismos (No.)	Magnitud		
		0 - 2.9	3 - 3.9	4 - 4.9
Mín	0		1	1
Media	5.38		6.94	2.44

Fuente: Servicio Sismológico Nacional, en: http://www2.ssn.unam.mx:8080/estadisticas/


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.3.1.4.4 Suelos

Los suelos son un recurso natural muy importante en todos los ecosistemas ya que se trata de un componente que sustenta la vida en el planeta. Se considera un recurso natural no renovable frágil dado que sus procesos de formación y regeneración son mucho más lentos que los procesos que llevan a su pérdida y degradación cuando estos son alterados por la influencia de las actividades antropogénicas y naturales mismas (Ortiz, 2015). En este medio se tienen diversos procesos fundamentales para la vida de los macro y microorganismos, flora, fauna y el ser humano mismo. Sin embargo, su influencia en el medio depende mucho de sus propiedades físicas y químicas, las cuales varían dependiendo del material parental del cual se originaron, ubicación, y de los efectos de los procesos climáticos y de degradación (tanto naturales como antrópicos) bajo los cuales han sido sometidos a lo largo del tiempo. Con base en los estudios realizados para conocer sus características físicas y químicas y las diferencias encontradas, se empezaron a clasificar los suelos con la finalidad de uniformizar el conocimiento y homogeneizar los criterios para su caracterización y clasificación.

El suelo cumple una serie de funciones importantes en los ecosistemas, funcionando como captador y filtrador de agua de lluvia, almacén de nutrientes para las plantas y macro y microorganismos del suelo, banco de semillas, anclaje para las plantas, refugio de fauna silvestre, neutraliza y retiene sustancias tóxicas, fija gases de efecto invernadero, entre otras. Pero, no podemos dejar de mencionar una que en los últimos años ha cobrado relevancia, siendo esta la de funcionar como almacén de carbono (solo superado por los mares y océanos).

El suelo es un cuerpo natural tridimensional, organizado e independiente, formado a partir de la intemperización de rocas y sedimentos; por la interacción del clima, la biota, el relieve y el tiempo (Jenny, 1994). En su constitución se diferencian cuatro componentes: materia mineral, materia orgánica (MO), agua y aire. En un suelo superficial de textura franca y en condiciones ideales para el crecimiento de las plantas, la proporción que deberían de guardar sus componentes es de 45-5-25-25%, en el orden anteriormente citado.

En los minerales se distinguen tres partículas importantes: arenas, limos y arcillas. La MO se distingue entre viva (biota) y no viva (biomasa). Por otro lado, la fase líquida se compone principalmente por el agua que entra y se conserva en el suelo. Y, por último, la fase gaseosa que se compone, principalmente, de vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2) y algunos elementos que tienen una fase gaseosa como el nitrógeno (NOx).

La interacción de los componentes del suelo antes mencionados le confiere una serie de propiedades y características propias. De esta manera, se distinguen propiedades físicas y químicas del suelo, las cuales no se mantienen constantes, variando por diversas causas antropogénicas y ambientales.

IV.3.1.4.4.1 Identificación de los tipos de suelo presentes a nivel del SAR del proyecto

Para determinar los diferentes tipos de suelos presentes en el SAR delimitado para el proyecto se utilizó el conjunto de datos vectoriales edafológicos escala 1: 250 000 Serie II (Continuo Nacional) editados por el INEGI, la cual contiene información actualizada de los diferentes grupos de suelos que existen en el territorio nacional, obtenida durante el período 2002-2006, utilizando para la clasificación de los suelos el Sistema Internacional “Base Referencial Mundial del Recurso Suelo”.

Para la extracción de la información a nivel del SAR, se generó un Sistema de Información Geográfica (SIG), ya que el diseño conceptual de la información la hace apropiada para manejarse bajo estas herramientas de cartografía asistida por computadora. De esta manera, se obtuvo la espacialidad y los tipos de suelo presentes en el SAR delimitado para el proyecto.

De acuerdo con Reyes (2014), la primera clasificación moderna de suelo consideró tres niveles: a) las zonas climáticas (suelos zonales); b) los procesos particulares formadores (suelos intrazonales) y, c) basados en el material parental (suelos azonales). Diversos países han generado su propia clasificación de suelo, sin embargo, la clasificación de la FAO-UNESCO es una de las más conocidas y usadas a nivel mundial. Esta clasificación originalmente comprendía 26 grupos de suelos y 206 subunidades; pero con el paso del tiempo y la realización de nuevos estudios y resultados, éstos se han venido incrementando hasta los 32 grupos de suelos de referencia que se consideran hoy en día (Reyes, 2014).

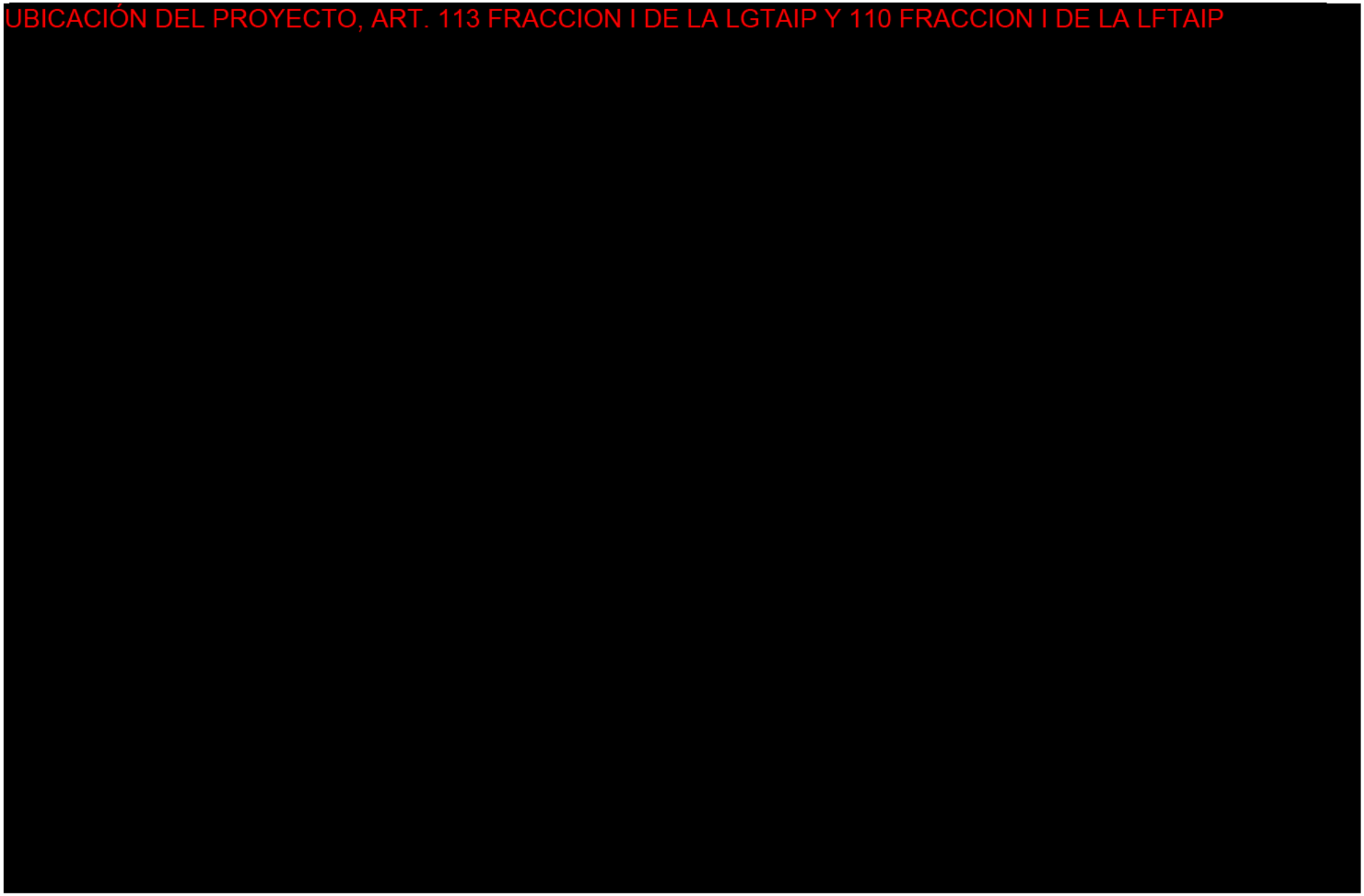
En México, es en el periodo del presidente Díaz Ordaz que se inicia con la clasificación de suelos y la elaboración de la cartografía, utilizando la clasificación de los suelos propuesto por la FAO-UNESCO modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) (Xix, 2010). Después de varios trabajos y esfuerzos de dependencias federales es que se llega hasta la actual cartografía elaborada por el INEGI, quien continúo con los estudios edafológicos del país.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos por el INEGI, con base al análisis de 9,549 perfiles de suelo y 10,892 realizados de 1969 al 2000, en el país se ha documentado la presencia de 23 de los 32 grupos de suelos. De estos, los más abundantes son: Leptosoles (antes Litosoles) (28.3%), Regosoles (13.7%), Feozems (11.7%), Calcisoles (10.4%), Luvisoles (9.0%), Vertisoles (8.6%) y otros (14.0%).

A nivel del SAR se reporta la presencia de cuatro grupos de suelos, siendo estos: Xerosol subgrupo háplico, Planosol, subgrupo mólico, Regosol, subgrupo calcárico, y Feozem háplico (Tabla IV.17; Figura IV.38). Este último es el grupo de suelo que ocupa una mayor superficie dentro de los límites del SAR, cubriendo el 55.37% de las 36,802.64 ha, seguido del Xerosol háplico con el 18.45%. El suelo Planosol mólico es que el que ocupa una menor superficie con 3,654.57 ha, encontrándose en la parte norte y noreste del polígono.

Tabla IV.17. Tipos de suelo y la superficie que comprenden dentro del polígono del SAR definido para el desarrollo del proyecto.

Clave	Tipo	Área (ha)	Proporción (%)
Hh	Feozem háplico	20,376.42	55.37
Xh	Xerosol háplico	6,790.94	18.45
Rc	Regosol calcárico	5,980.71	16.25
Wm	Planosol mólico	3,654.57	9.93
Total		36,802.64	100.00


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

A continuación, se presenta una breve descripción de este suelo conforme lo presenta el IUSS Working Group WRB (2015) y el INEGI en su Guía para la interpretación de cartografía de edafología.

Feozem (del griego *phaios*, oscuro, y ruso *zemlja*, tierra): Se caracterizan por ser suelos que provienen de varios materiales no consolidados, con un horizonte superficial rico en materia orgánica y alto porcentaje de saturación de bases, con un perfil de suelo que va normalmente de los 40 a los 70 cm. Se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista lavado, pero con una estación seca. El clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque.

Son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas. Se usan para la producción de algodón, cereales, cebada y vegetales junto con otros cultivos y, grandes áreas ganaderas de este tipo de suelo se usan para la producción pecuaria. Se consideran susceptibles a la erosión eólica e hídrica.

El polígono del SAR se tiene suelos Feozem háplico, con clases texturales media y gruesa. El Feozem háplico textura media, son suelos que comúnmente no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo, con un equilibrado contenido de arena, arcilla y limo, es decir, son suelos francos; diferenciándose de los que tienen textura gruesa que estos son suelos que tienen alto contenidos de arena, llegando a ser superior al 70%, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas.

Xerosoles (del griego *xeros*, secos): Son suelos característicos de zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país, teniendo como característica el ser suelos secos. Como consecuencia de las bajas precipitaciones en las zonas donde se encuentran, el tipo de vegetación que normalmente crece es del tipo matorral y pastizal.

Son suelos que tienen sus horizontes superficiales claros por su bajo contenido de materia orgánica. Sus horizontes más profundos suelen tener una alta cantidad de arcillas. Otra característica de estos suelos es la presencia de aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche en los horizontes profundos del perfil, lo que lo hace tener una consistencia dura.

Productivamente, son suelos que son usados en la producción agrícola, su eficiencia productiva depende de la disponibilidad de aplicar riegos, y para la producción pecuaria. Son de baja susceptibilidad a la erosión, excepto si se encuentran en laderas o sin son suelos someros que están directamente sobre tepetate.

En el polígono del SAR se cuenta con la subunidad “háplico”, en su clase textural media. El tipo de suelo se distingue por tener acumulación de arcilla en el subsuelo, generalmente de color rojizo o pardo oscuro, y, en general, con un equilibrado contenido de arena, arcilla y limo.

Regosoles (del griego *rhegos*, manto): Se caracterizan por ser suelos poco desarrollados en material no consolidado, generalmente de grano fino. No hay horizontes de diagnóstico, es decir un horizonte con una serie de propiedades iguales y medibles que puedan ser utilizadas para la identificación de las unidades de suelos. El desarrollo del perfil es mínimo como una consecuencia de su corta edad y/o una formación del suelo muy lenta, por ejemplo, debido a la aridez.

Este grupo de suelos cubren unos 260 millones de hectáreas a nivel mundial, principalmente en zonas áridas en el centro-oeste de los Estados Unidos de América, el norte de África, el Cercano Oriente y Australia. Unos 50 millones de hectáreas de estos suelos aparecen en los trópicos secos y otros 36 millones en las zonas montañosas. La extensión

de la mayoría de las áreas de Regosoles es limitada, lo que llega a ubicarlos en mapas de suelos a gran escala, siendo más fácil localizarlos en mapas realizados a una escala espacial baja.

Este tipo de suelos en áreas desérticas tienen mínima importancia agrícola. En regiones con precipitaciones de 500 a 1,000 mm año^{-1} necesitan riego para la producción de cultivos satisfactorios. Su baja capacidad de retención de humedad los obliga a aplicaciones frecuentes de agua de riego; el riego por goteo o aspersión resuelve el problema, pero incrementan los costos de producción. Cuando la precipitación excede los 750 mm año^{-1}, el perfil logra su capacidad de retención de humedad a principios de la temporada de lluvias; la mejora de prácticas con barbecho labrado puede ser una mejor solución que las costosas instalaciones de sistemas de riego.

Muchos Regosoles son utilizados para pastoreo extensivo. Los Regosoles en depósitos coluviales en la franja de loess de Europa y Norteamérica están principalmente cultivados; se encuentran plantados con cultivos de grano pequeño, remolacha azucarera y árboles frutales. Por otro lado, en regiones montañosas son frágiles y es mejor conservarlos bajo bosque.

En el polígono del SAR este tipo de suelo se encuentra representado por el subgrupo “calcárico”, clase textural mediana. Este subgrupo refiere a suelos ricos en cal, con más de 2% de carbonato de calcio, y nutrientes para las plantas y, con un equilibrio en su contenido de arena, arcilla y limo, tratándose de un suelo franco. La profundidad del perfil del suelo regosol calcárico va de los 20 a los 50 cm desde la superficie.

Planosol (del latín planus, plano): Son suelo con un horizonte de textura gruesa que subyace sobre un subsuelo denso y de textura fina. Se encuentra en regiones con una geomorfología plana de pastizales, por lo que, en algún periodo del año llegan a inundarse. En la época de sequía son visibles manchas rojas. Se trata de suelos poco fértiles, cuando cubiertos con arbustos tienen raíces someras, susceptibles a ser erosionados.

En sistemas de producción agropecuarios se alcanzan rendimientos moderados, principalmente en los sistemas de producción ganaderos de bovinos, ovinos y caprinos.

En el área del SAR se tiene a los Planosoles subgrupo mólico de textura media, es decir, se trata de un suelo con un horizonte rico en materia orgánica bien humificada, horizonte superficial de color oscuro, saturado en cationes bivalentes (generalmente Ca), estructurado, con un espesor superior a los 20 cm y de textura media, es decir, con un equilibrado contenido de arena, arcilla y limo. En la región, estos suelos se caracterizan por tener una fase física lítica, lo que implica que son suelos con presencia de una roca continua, dura y coherente, lo que representa ser una limitación para el desarrollo de algunos cultivos, principalmente de aquellos que tienen un sistema radical profundo.

IV.3.1.4.4.2 Degradación y grado de erosión del suelo

Considerando las propiedades físicas y químicas que caracterizan los suelos descritos en el apartado anterior, así como la relevancia que este tiene como parte de los ecosistemas, falta mencionar que también es un elemento frágil del medio ambiente al que pocas veces se le da la relevancia que este merece. El suelo es considerado un recurso natural no renovable derivado de que su velocidad de formación y regeneración es muy lenta mientras que los procesos que contribuyen a su degradación, deterioro y destrucción son mucho más rápidos, muchos de ellos favorecidos y acelerados por las actividades humanas. Por lo que es de suma importancia establecer medidas ambientales y políticas de actuación que garanticen la conservación y protección de los suelos contra los procesos de degradación.

Los procesos de degradación del suelo implican no solo la pérdida de nutrientes o alteración de sus propiedades físicas, sino que también implican la pérdida del suelo. Estos procesos se pueden dar de manera natural a través del tiempo, pero se aceleran bajo la intervención de las obras y actividades humanas.

La degradación del suelo implica la pérdida de la productividad, actual o potencial, de su utilidad como resultado de factores naturales (clima, vegetación, material parental e hidrología), o antropogénicos (densidad de población, uso de la tierra, desarrollo de carreteras, cauces de agua y complejos industriales). Esta degradación se refiere a la disminución de la capacidad inherente del suelo para producir bienes económicos y realizar funciones ecológicas, así como otros problemas socioeconómicos que en conjunto contribuyen a que el nivel de vida de la población rural sea muy bajo.

Oldeman et al. (1991), Tetteh (2015) y Dragovic y Vulevic (2020), presentaron un listado de los procesos de degradación de suelo y la forma en que se manifiestan y sus causas y consecuencias, las cuales se presentan a continuación:

a. Degradación química.
    i. Pérdida de nutrientes y materia orgánica.
    ii. Salinización.
        - Malas prácticas de irrigación.
        - Uso de agua con intrusión salina.
        - Rápida evaporación en suelos bajo irrigación.
    iii. Acidificación.
        - Aplicación de grandes dosis de fertilizantes acidificantes.
    iv. Contaminación.
        - Acumulación de desperdicios industriales y urbanos.
        - Uso excesivo de pesticidas.
        - Acidificación por contaminantes en el aire.
        - Uso excesivo de abonos orgánicos (heces).
        - Derrames de aceites (hidrocarburos).
b. Deterioro físico.
        - Compactación, sellado y encostramiento.
        - Encharcamientos.
c. Erosión eólica.
        - Pérdida de la capa superficial del suelo.
        - Deformación del suelo por deposiciones.
        - Efectos fuera de sitio.

d. Erosión hídrica.

- Pérdida de la capa superior del suelo.
- Definición del terreno (movimiento de masas).
- Efectos fuera de sitio.

A parte de estos procesos de degradación del suelo, Bolaños et al. (2016) definieron otros que engloban en las denominadas “zonas de exclusión”, que son aquellas áreas con evidencia visible de erosión pero que no se puede asociar a alguno de los procesos arriba mencionados. Estas zonas de exclusión se forman por cuatro diferentes procesos, en el que destaca el denominado por los autores mencionados como “rasgos de erosión antrópica dominante”, que está asociado a la formación de asentamientos humanos, con superficie de suelo removida para la construcción de zonas urbanas, bancos de material a cielo abierto o con remoción de material para la construcción de infraestructura de bienes y servicios asociados a los asentamientos humando. Inclusive, los asentamientos humanos llegan a ser considerados como zonas de erosión extrema debido a que la mayor parte del suelo superficial ha sido removido por obras de construcción o ha sido sepultado bajo una capa de concreto y pavimento.

No todos los procesos actúan al mismo tiempo ni en el mismo nivel de severidad, ello depende de las condiciones del suelo, el manejo que se dé, severidad de las obras o actividades y cuidados que se tengan para la protección del suelo. Suelos que no han sido sometidos a manejo por largos periodos de tiempo están menos expuestos a sufrir intensos procesos de degradación, como el caso de las áreas en las que se actuaría para la instalación de las líneas para la distribución de gas, las cuales se trata de áreas que caen dentro de la clasificación de áreas de exclusión por tratarse de áreas habilitadas como asentamientos urbanos y que cuentan con infraestructura de bienes y servicios asociados o están en proceso de construcción por parte de las dependencias de gobierno o empresas promoventes propietarias de los desarrollos industriales o urbanísticos (Figura IV.39).







Figura IV.34. Procesos de cambio de uso de suelo para dar paso a las áreas con infraestructura de servicios, asentamientos urbanos y desarrollo industrial en la región del SAR y sitio del proyecto.

Los principales procesos causales de la degradación de los suelos en México son la degradación química, la erosión hídrica y la eólica, responsables en conjunto del 87% de la superficie afectada con 34.0, 22.7 y 18.1 millones de hectáreas, en el orden antes mencionado (Tabla IV.18).

La erosión hídrica ocurre por el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua, dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, lo que propicia el escurrimiento superficial. Este tipo de erosión presenta dos modalidades, la primera con pérdida de la capa superficial, que ocurre cuando el agua fluye en forma más o menos homogénea por una zona, arrastrando la capa superior del suelo –que es la que contiene más nutrientes y materia orgánica-, reduciendo así su fertilidad. La segunda se presenta cuando el flujo del agua se concentra en un cauce donde la erosión es más rápida, de modo que va abriendo una zanja cada vez más profunda, conocida como "cárcava", en cuyo caso se dice que hay deformación del terreno.

Debido a la importancia económica, política y social de la degradación del suelo, en México, como en el mundo, se han realizado diversos estudios para evaluar la magnitud de la superficie afectada. En el 2002, la SEMARNAT comisionó la realización de la *Evaluación de la Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica y Eólica en la República Mexicana* con objeto de identificar los riesgos de erosión y su magnitud en el país. Para estimar la erosión potencial se utilizaron dos ecuaciones propuestas por la FAO: la ecuación universal de pérdida de suelo revisada (RUSLE, por sus siglas en inglés), para la erosión hídrica y la ecuación de erosión eólica (WEE, por sus siglas en inglés).

De acuerdo con la información publicada por la SEMARNAT (ver: https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_1.html), las zonas afectadas por erosión hídrica alcanzan el 11.63% del territorio nacional y 9.28% por erosión eólica, siendo menores a la degradación química de la superficie nacional (17.43%) (Tabla IV.18).

En el estado de San Luis Potosí, también la degradación química resultó ser la que abarca mayor superficie de afectación, manifestándose este problema en 8.64 millones de hectáreas de las 62.85 millones de hectáreas totales del estado, es decir, en el 14.28% de la superficie estatal, siendo originada por la declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, sin embargo, se considera que se tiene un grado ligero de degradación. En segundo lugar, se encuentra la degradación física, cubriendo el 8.27% de la superficie estatal, esta debido a causa

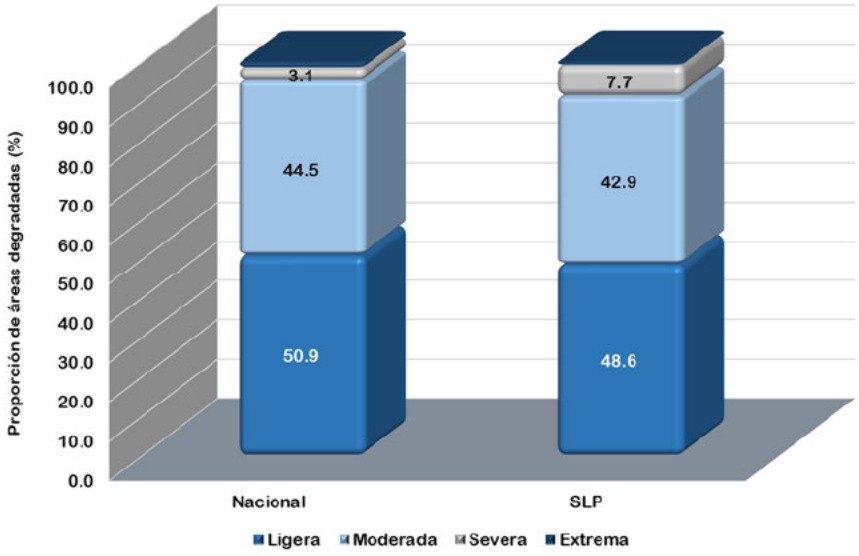
de la pérdida de la función productiva por la urbanización, la cual se considera que tiene un fuerte grado de degradación. La degradación del suelo ocasionada por la erosión hídrica cubre el 7.70% del estado y la degradación por erosión eólica el 7.42%, esta última debido a pérdida de suelo superficial por acción del viento a causa de las actividades agrícolas, la deforestación o simple remoción de vegetación, degradación que se considera moderada.

La degradación clasificada como ligera es la que predomina en las dos entidades sobre los otros grados de degradación (San Luis Potosí 48.6% y 50.9% a nivel nacional) (Figura IV.40). A esta le sigue la degradación moderada, con proporciones del 42.9%, en San Luis Potosí y del 44.5% a nivel nacional. La superficie con degradación severa fue mayor proporcionalmente a nivel estatal que a nivel nacional (7.7 vs 3.1%), y, por el contrario, el área con degradación extrema fue mayor, en proporción, la nacional que la estatal (1.5 vs 0.8%).

Tabla IV.15. Superficie de suelo degradada por procesos físicos, químicos, eólicos e hídricos a nivel nacional y estatal para el año 2002§.

Proceso de degradación	Entidad	Superficie afectada por grado de degradación (ha)				Superficie total (ha)	Territorio afectado (%)
		Ligera	Moderada	Severa	Extrema		
Física	Nacional	6'720,653.26	2'334,128.14	587,169.83	1'195,862.53	10'837,813.75	5.55
	SLP	291,876.09	133,165.99	58,904.33	16,508.08	500,454.49	8.27
Química	Nacional	18'714,153.29	14'717,411.25	558,352.39	52,599.70	34'042,553.79	17.43
	SLP	508,029.64	329,768.75	26,184.89	0.00	863,983.28	14.28
Erosión eólica	Nacional	5'343,601.19	12'086,147.09	682,846.89	12,265.68	18'124,860.84	9.28
	SLP	128,843.67	290,641.88	29,659.71	0.00	449,145.25	7.42
Erosión hídrica	Nacional	12'822,753.21	9'026,390.07	838,052.82	38,472.89	22'725,706.16	11.63
	SLP	178,175.40	223,609.60	61,651.82	2,241.39	465,678.21	7.70
Superficie degradada	Nacional	43'601,160.95	38'164,076.55	2'666,421.93	1'299,200.80	85'730,934.54	43.89
	SLP	1'106,924.80	977,186.22	176,400.75	18,749.47	2'279,261.23	37.67

§ Información obtenida de la página web: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_2.html.



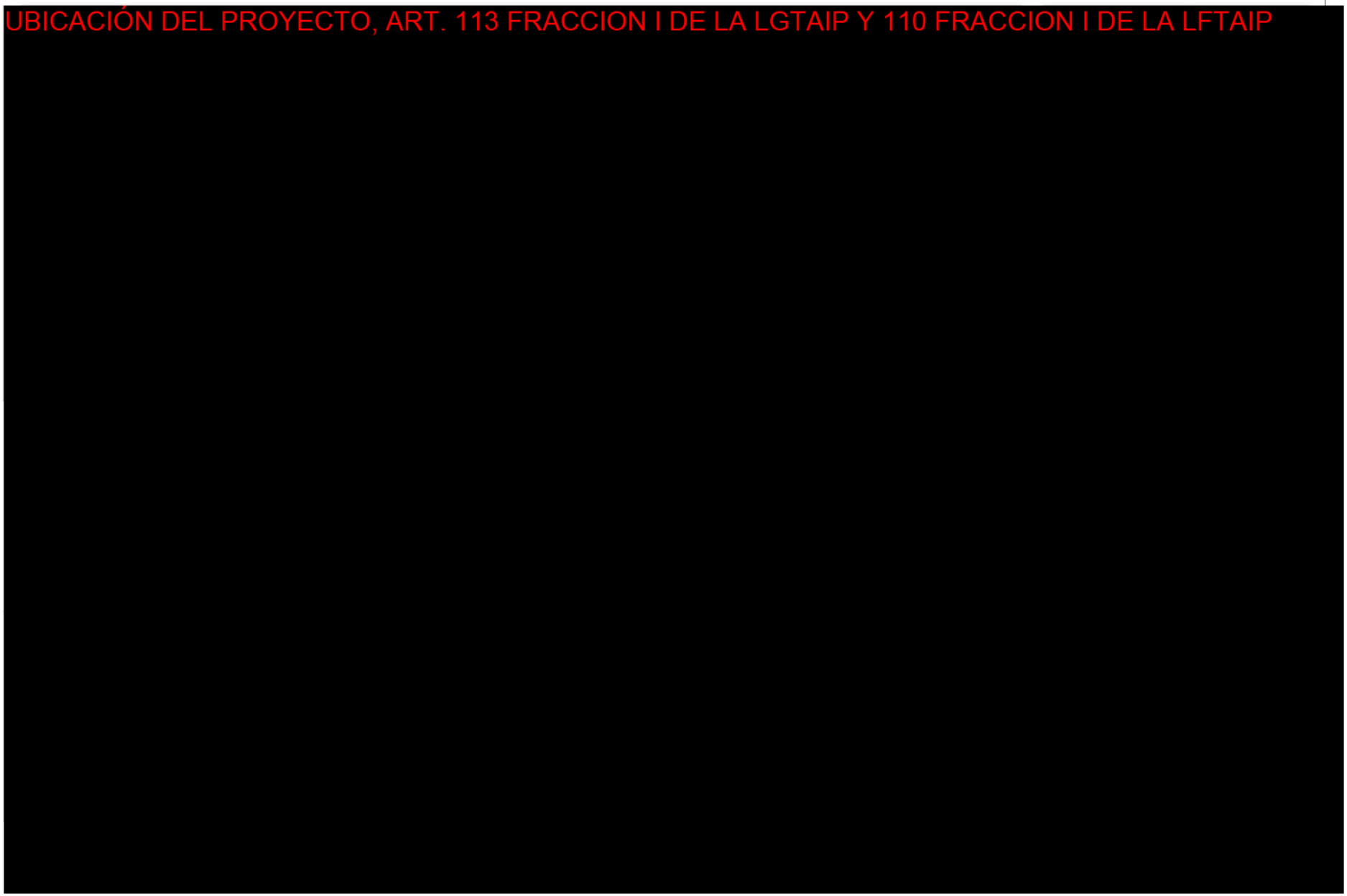
Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT (2002), en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_2.html.

Figura IV.35. Proporción de superficie degradada por tipo a nivel nacional y en el estado de San Luis Potosí.

El SAR definido para el proyecto presenta problemas de degradación del suelo en un 90.58% de su superficie, siendo de tres tipos diferentes: química, por disminución de su fertilidad y pérdida de materia orgánica originada por las actividades agrícolas; física, por pérdida de función productiva por el desarrollo de infraestructura urbana, y, erosión hídrica, por la pérdida de suelo superficial por la remoción de la cobertura vegetal. La degradación química es la de mayor impacto en el área del SAR, considerada como ligera y afectando el 89.1% de las 36,802.64 ha, después le sigue la erosión física, con grado de degradación fuerte y presentándose en el 1.05% del polígono y, finalmente la degradación ocasionada por la erosión hídrica, en un grado moderado y afectando solo al 0.43% del polígono (Tabla IV.19; Figura IV.41).

Tabla IV.16. Tipos de degradación, y superficie de afectación, que se encuentran afectando la superficie del polígono del SAR definido para el proyecto.

Tipo	Causa	Grado	Causa	Superficie (ha)	Proporción (%)
Química	Declinación de la fertilidad y reducción de MO	Ligero	Agricultura	32,791.64	89.10
Sin afectación	Sin degradación aparente	---	---	3,468.21	9.42
Física	Pérdida de función productiva	Fuerte	Urbanización	385.30	1.05
Erosión hídrica	Pérdida de suelo superficial	Moderado	Deforestación y remoción de vegetación	157.49	0.43
Total				**36,802.64**	**100**


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

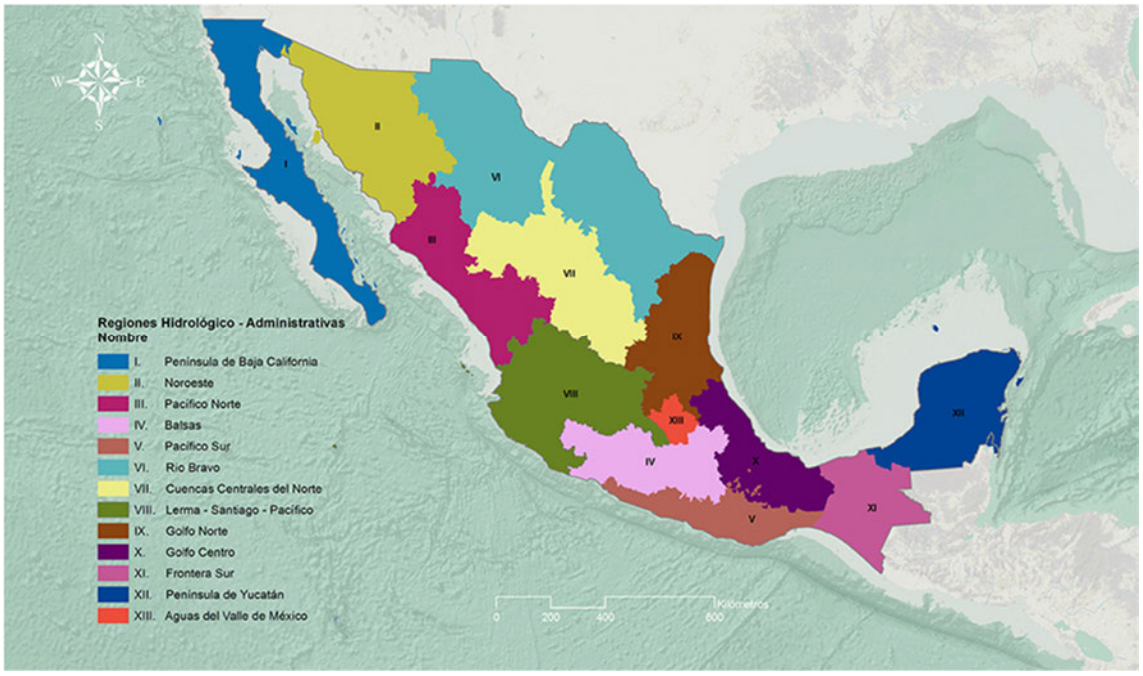
Tomando en cuenta que el estudio de degradación del suelo reportado por la SEMARNAT se realizó hace más de 20 años, se considera que está desactualizado. Esto se puede ver en el analizar las áreas degradadas por tipo de degradación en el SAR del proyecto, donde áreas marcadas con degradación química ahora se encuentran con infraestructura urbana, industrial y de vías de comunicación, pasando a ser parte de degradación física del suelo. Esto es relevante para el proyecto porque, de acuerdo con la clasificación de degradación de la SEMARNAT, las obras que se someten a evaluación se desplantarían sobre un área con degradación química, cuando en realidad todo el proyecto se desplantaría sobre áreas con degradación física por la pérdida de su función productiva por el desarrollo de infraestructura urbana.

IV.3.1.4.5 Hidrología

La hidrología como tal es una ciencia esencial en ingeniería del agua, la cual comprende una gran variedad de temas que engloban los diversos estadios del agua en el ciclo hidrológico, tanto en la atmósfera, superficie y suelo (García-Marín et al., 2014). Por lo que, dado la amplitud del tema y objetivos del presente documento, en este apartado se expone la información relacionada con el estado que guardan las aguas nacionales terrestres en el SAR y área desplaten de las obras del proyecto, enmarcando la situación del componente en referencias generales a nivel nacional y estatal cuando se considera importante.

Para conocer el estado que guardan las aguas nacionales es importante conocer que la forma como son administradas. En este tenor tenemos que, el 16 de enero de 1989 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se crea la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en aquel entonces como órgano desconcentrado de la SARH, actualmente como órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT. Esta dependencia tiene como función general administrar, normar y gestionar las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes.

Para desempeñar sus actividades, la CONAGUA dividió al país en 13 regiones, conocidas como Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA) (Figura IV.42). Estas regiones se delimitaron tomando en cuenta las regiones hidrológicas, considerando las cuencas hidrológicas como la unidad básica para la gestión del agua y, la división terrestre municipal como la unidad jurídico - administrativa.



Fuente: SEMARNAT, en: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/agua_RHA.html

Figura IV.37. Regiones Hidrológico-Administrativas en las que está dividido el territorio nacional.

El 01 de abril de 2010, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua", en el cual se mencionan los estados y municipios que conforman cada una de las RHA en las quedó dividido el país. De acuerdo con esta división, el estado de San Luis Potosí se encuentra divido por dos RHA: la VII Cuencas Centrales del Norte y la IX Golfo Norte. De los 58 municipios en los que se divide el estado de San Luis Potosí, 22 se encuentran dentro de la RHA Cuencas Centrales del Norte, entre ellos los dos en los que se desplanta el SAR, Villa de Reyes y San Luis Potosí (Figura IV-43).

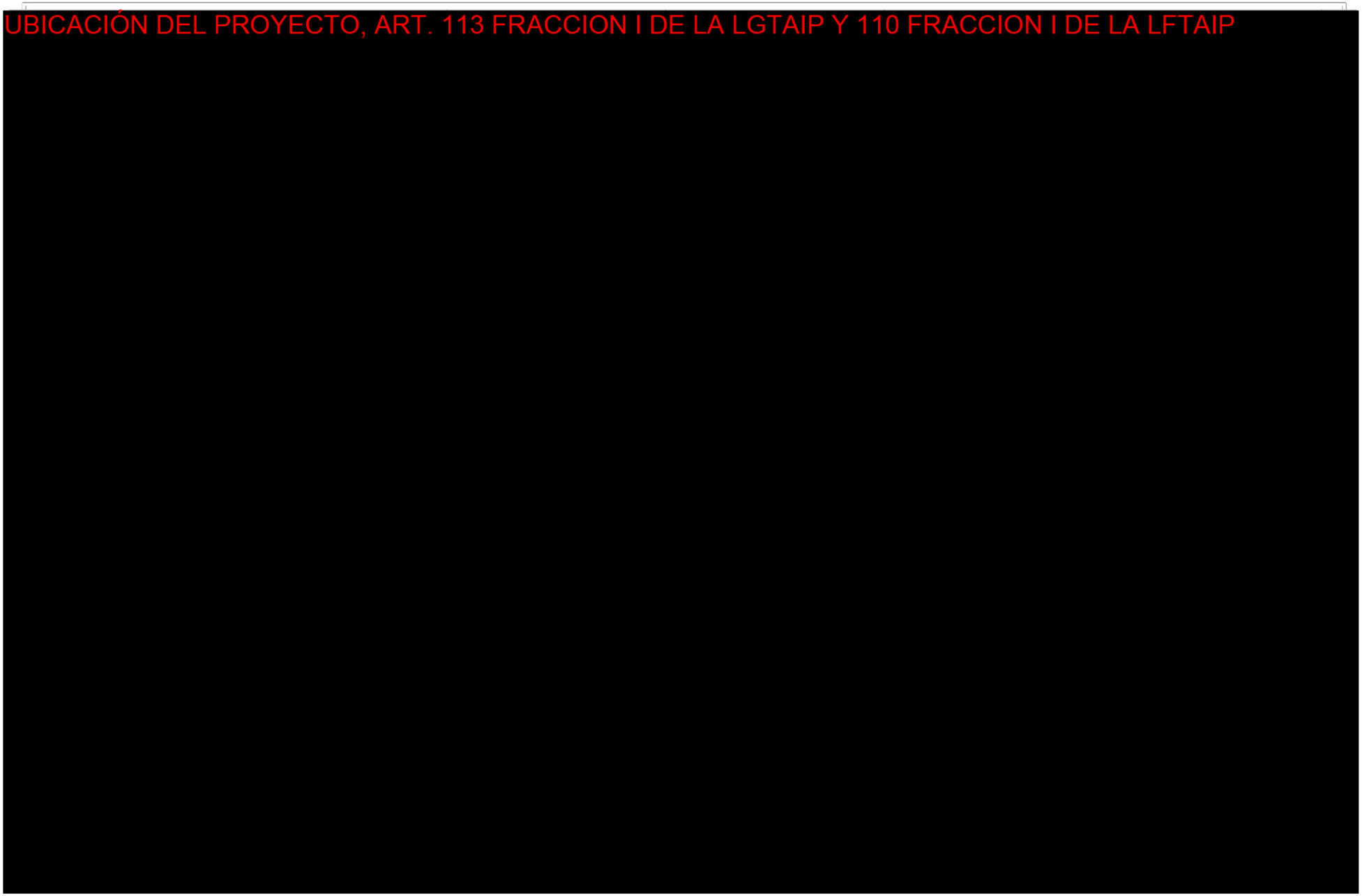
La RHA VII Cuencas Centrales del Norte se encuentra ocupando superficie de 78 municipios, los cuales se encuentran en los estados de: 23 municipios de Durango, siete de Coahuila, 26 de Zacatecas y 22 de San Luis Potosí. De manera general, esta RHA cubre 187,621 km^2 de superficie, el 9.58% de la superficie nacional, con una precipitación promedio anual de 1981 a 2010 de 397.7 mm, un escurrimiento medio superficial de 5,551 hm^3 anuales al 2018. En esta región hidrológica se cuenta con 65 acuíferos, los cuales tienen una recarga media de 2,474 hm^3, un volumen de agua renovable per cápita al 2018 de 1,709 $m^3\ hab^{-1}\ año^{-1}$, con un volumen de agua renovable per cápita esperado al 2030 de 1,532 $m^3\ hab^{-1}\ año^{-1}$, como consecuencia de un grado de presión actual del 48%, catalogado como alto.

Operativamente, el país está conformado por 37 Regiones Hidrológicas (RH), estás regiones agrupan las 757 cuencas hidrológicas en las que se divide el país. Las cuencas hidrológicas son unidades naturales de la superficie terrestre delimitadas por la división de las aguas superficiales debido a la conformación fisiográfica nacional que determina el sentido de la escorrentía. Bajo esta clasificación del territorio, se tiene que el SAR del proyecto se ubica sobre dos regiones hidrológicas, 14,293.12 ha de las 36,802.64 ha, es decir el 38.84%, se encuentra sobre la región hidrológica 37 El Salado, y el 61.16% restante de la superficie del SAR se encuentra en la RH 26 Panuco.

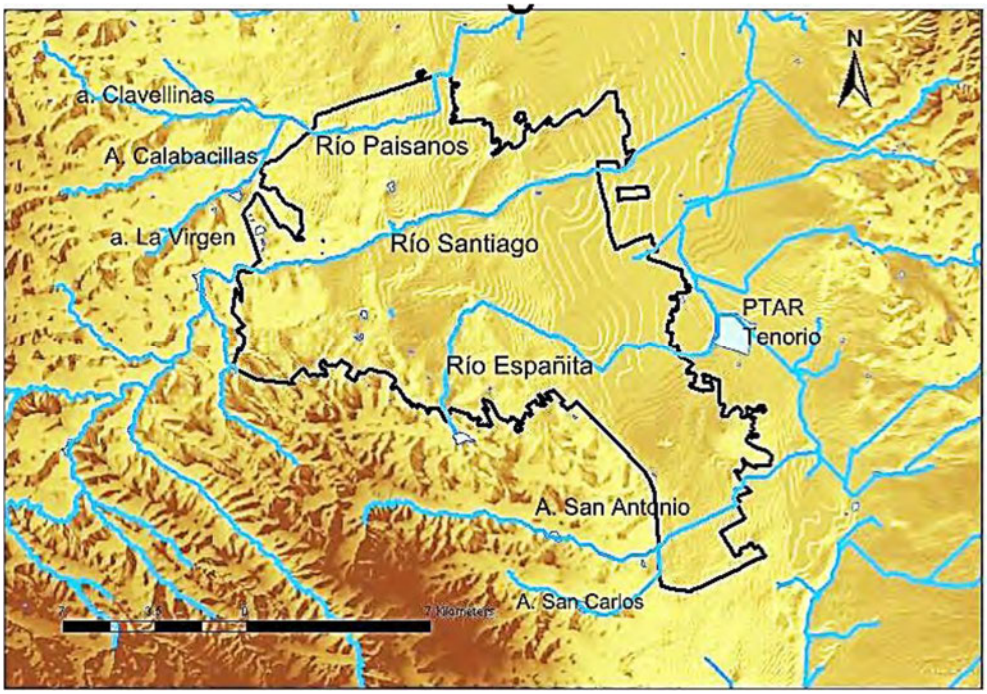
El INEGI (2002) refiere que la RH El Salado dentro del estado de San Luis Potosí comprende a las cuencas denominadas Matehuala, Sierra de Rodríguez, Camacho – Gruñidora, Fresnillo – Yesca, San pablo y Otras, Presa San José – Los Pilares y Otras y Sierra Madre. Entre las corrientes superficiales más relevantes de esta RH son: San Antonio, Las Pilas, El Astillero, Las Magdalenas, El Tule, Justino – Bocas, Cabras, Mexquitic y Santiago. Un común denominador de estas cuencas es que son cerradas, con una topografía un tanto uniforme, con pocas elevaciones y sin grandes corrientes superficiales. Las corrientes existentes son intermitentes, llegándose a formar al inicio de la época de lluvias con bajo volumen debido a la baja precipitación, la geomorfología plana, la velocidad de infiltración y la evapotranspiración regional, la cual se estima es de 14,796 Mm^3, mientras que el escurrimiento superficial se estima en 135 Mm^3.

El mismo INEGI refiere que la RH 26 Pánuco está dividida en el Alto Pánuco y el Bajo Pánuco, y se encuentra en toda la Proción suroriental del estado, cubriendo el 41.71% de la superficie estatal. En comparación con la RH El Salado, esta tiene un relieve más heterogéneo, con planas, pero también con presencia de zona con relieves abruptos que descienden hacia la costa del Golfo de México, hacia donde corren causes de mayores volúmenes que los existentes en El Salado. Las cuencas existentes en esta RH son: Río Pánuco, Río Tamesí, Río Moctezuma y Río Tamuín.

Tomando en cuenta esta división territorial, se tiene que el polígono del SAR se ubica sobre las cuencas hidrológicas Presa San José – Los Pilares y Otras y Río Tamuín, pertenecientes a las RH El Salado y Pánuco, respectivamente (Figura IV.43).


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

La cuenca hidrológica Presa San José – Los Pilares y Otras se ubica en la región centro oriente y sureste de la RH 37, colindando con las cuencas hidrológicas Matehuala, al norte; al este con la cuenta Sierra Madre; al sur y sureste con la RH 26 Pánuco y, al oeste y suroeste con la cuenca San Pablo y Otras. En total cubre el 17.48% del territorio estatal, por donde corren cuerpos de agua superficiales intermitentes, entre ellos los arroyos Magdalenas, Cañada Verde, Palomas, Potrerillos, Ojo de Agua, El Laurel, El Tepozan, San Pedro. En la zona de la ciudad de San Luis Potosí se tiene los ríos Paisanos, Santiago, Españita y San Antonio (Candia, 2015). De los estos cuerpos de agua que cruzan la ciudad de San Luis Potosí, solo los dos últimos mencionados se encuentran dentro del SAR.



Fuente: Tomada de Candia (2015).

Figura IV.39. Cuerpos de agua superficiales que cruzan la ciudad de San Luis Potosí.

El escurrimiento de agua en la cuenca se estima que es menor de 10 mm, siendo principalmente durante la época de lluvia, entre junio y octubre. Además, como una forma de controlar y almacenar la escorrentía que se genera en la región, se han construido presas entre las que destacan la presa Álvaro Obregón en el municipio de Mexquitic, la cual tiene una capacidad de 4.9 Mm^3, y se construyó sobre el cauce del río Mexquitic. Ya más centrados en el área aledaña y con influencia hacia el área del SAR, en el municipio de San Luis Potosí, pero fuera de este, se encuentran las presas: El Peaje (Gonzalo N. Santos), con una capacidad de 8.0 Mm^3, sobre el cauce del arroyo Grande o Azul, y, San José con capacidad de 7.3 Mm^3, sobre el cauce del río Santiago; además de las presas El Potosino, sobre el cauce del río de mismo nombre, San Antonio, en el arroyo de mismo nombre, La Cantera y Cañada del Lobo, en el río Españita, de menor capacidad y a las orillas de la zona urbana, dentro de la sierra de San Miguelito, al oeste del SAR (Figura IV.44, IV.45 y IV.46).

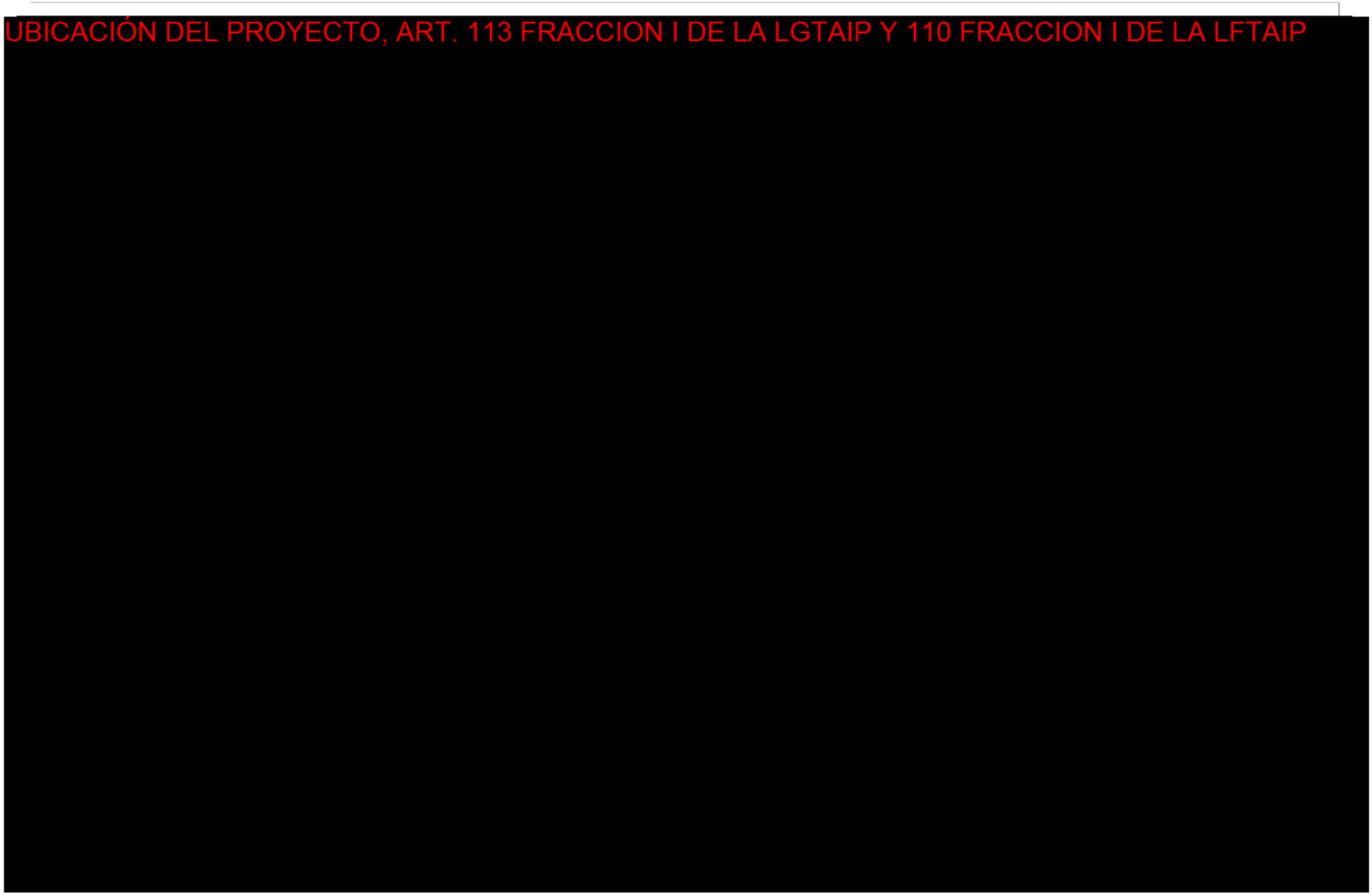

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



Figura IV.41. Condición de la presa La Cantera durante la época de secas, ubicada en el municipio de San Luis Potosí, en la sierra de San Miguelito.

La cuenca del río Tamuín, de la RH Pánuco, donde se ubica el sur del SAR, es la de mayor extensión en el estado. Esta se ubica al sur y este del estado, en lo que corresponde al noroccidente de la RH 26; limita al norte y noroeste con la RH 37 y al este con las cuencas Río Tamesí, Río Pánuco y Río Moctezuma. Es la cuenca donde corren los cuerpos de agua superficiales con mayor volumen de agua, entre los que destacan los cauces de los ríos Verde y Santa María, ambos ubicados lejos de la superficie del SAR. Su rango de escurrimiento va de los 200 a los 500 mm, por lo que existe suficiente infraestructura hidráulica con diversos bordos de tierra y presas, en las que se almacena agua que es utilizada para actividades agropecuarias y doméstico.

En el municipio de Valle de Reyes se tiene dos presas importantes, por su volumen de almacenamiento, la presa San Francisco y Valentín Gama, con 5.73 Mm^3 y 10.0 Mm^3 de capacidad de almacenamiento, respectivamente, ambas fuera del SAR. La presa Valentín Gama se encuentra en el límite sur del polígono del SAR, captando escurrimientos provenientes de tres áreas, entre ellos uno que sale del polígono.

IV.3.1.4.5.1 Calidad de agua superficial

La CONAGUA ha venido realizando muestreos y presentando los resultados de diferentes cuerpos de agua superficiales en diversos puntos a nivel nacional (ver página web: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua). Del municipio de San Luis Potosí se tienen resultados de los monitoreos realizados en las presas San José y El Potosino, y del municipio de Valle de Reyes se cuenta con monitoreo a la presa Valentín Gama. En total se seleccionaron seis sitios de muestreo monitoreados por la CONAGUA, todos fuera del SAR, pero se decidió incluirlos para mostrar la calidad del agua de los cuerpos de agua superficiales relevantes de los municipios que están inmersos en el SAR (Figura IV.47; Tabla IV.20).

Como parte del monitoreo a la calidad del agua se ha dado seguimiento a diversas variables, incluyendo sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (OD), coliformes fecales, E. coli, toxicidad dafnia magna y fisheri, estas dos últimas variables a diferente profundidad. Cabe aclarar que no en todos los puntos de muestreo se reportan todas las variables mencionadas, hay sitios de muestreo que carecen de una o más resultados.

Al final, se reporta la calidad del agua con base al semáforo de calidad del agua que indica el nivel de contaminación según los contaminantes presente. El verde indica que el agua del sitio se encuentra dentro de los rangos de calidad excelente, buena calidad y aceptable, en todos los indicadores. El semáforo amarillo hace referencia al agua que se encuentra contaminada, pero sin llegar a niveles extremos. Y, rojo para aguas con una o más variables por arriba del límite máximo permisible que indican que se encuentran de contaminadas a fuertemente contaminadas con nivel de riesgo.

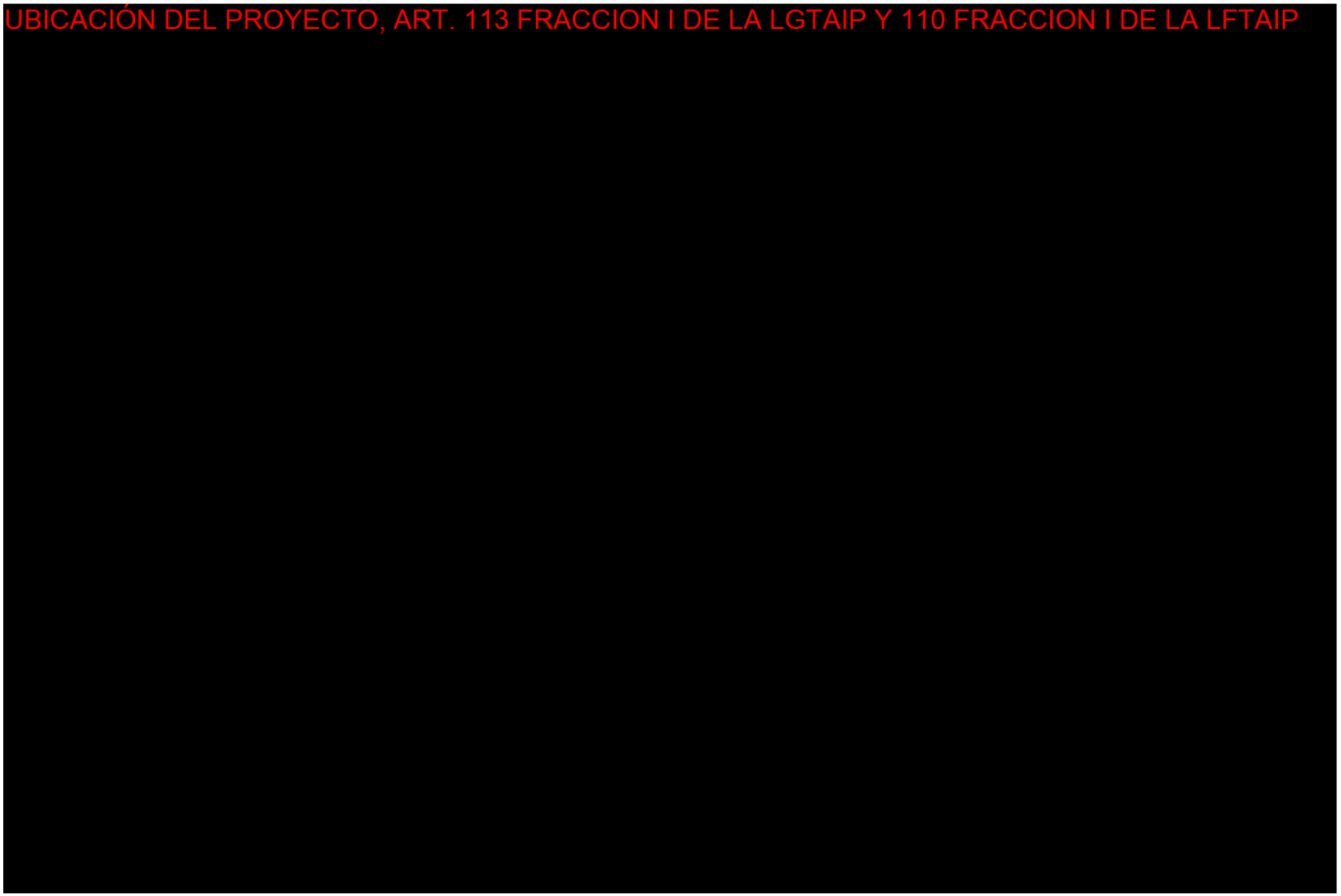

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Tabla IV.17. Identificación y ubicación de los sitios de muestreo y seguimiento de la calidad del agua superficial en los municipios inmersos en el SAR§.

Clave	Sitio	Municipio	Cuerpo de agua	Coordenadas	
				Longitud	Latitud
DLSAN2314	Presa San José 1	San Luis Potosí	Presa San José	-101.05500	22.14917
DLSAN2320	Presa San José 2	San Luis Potosí	Presa San José	-101.05615	22.14885
DLSAN2315	Presa El Potosino 1	San Luis Potosí	Presa El Potosino	-101.07793	22.09971
DLSAN2316	Presa El Potosino 2	San Luis Potosí	Presa El Potosino	-101.07638	22.08945
DLSAN2302	Presa Valentín Gama	Villa de Reyes	Presa Valentín Gama	-100.84968	21.87899
DLSAN2303	Presa Valentín Gama	Villa de Reyes	Presa Valentín Gama	-100.82349	21.87969

La CONAGUA reporta los resultados obtenidos en dos formas, por un lado, presenta los resultados promedio de cada variable evaluada durante todo el tiempo que se le ha dado seguimiento, en este caso, actualmente es para el periodo 2012 – 2020; y, el segundo, es el último resultado obtenido en el monitoreo, que al mes de mayo de 2022 es para el año 2020.

De acuerdo con los resultados presentados por la CONAGUA, durante el periodo 2012 – 2020, de los seis sitios seleccionados cuatro no tuvieron problemas de contaminación, siendo estos los cuatro correspondientes a las presas San José y El Potosino del municipio de San Luis Potosí (Tabla IV.21). Esto puede estar asociado a que contienen agua proveniente de la sierra de San Miguelito, una zona conservada en la que no se desarrollan actividades productivas intensivas, como las agropecuarias, ni existen grandes asentamientos humanos.

Los dos sitios de muestreo de aguas superficiales seleccionados restantes resultaron mostrar signos de contaminación, encontrándose en foco rojo, estos son los dos puntos de muestreo ubicados en la presa Valentín Gama, en el municipio de Villa de Reyes. El punto de muestreo ubicado al este de la presa (DLSAN2303), más alejado a los límites del SAR, resultó con una calidad de agua contaminada por su contenido de DQO, es decir con un valor que está entre 40 y 200 mg L^{-1}, lo que indica que se trata de un agua superficial con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.

Por otro lado, el punto de muestreo ubicado al oeste de la presa (DLSAN2302), a solo 450 m del límite del SAR, resultó con problemas de contaminación por sus contenidos de DQO, coliformes fecales y OD medio. De acuerdo con el contenido de DQO, se determina que se trata de un agua contaminada por estar entre 40 y 200 mg L^{-1}, lo que indica que se trata de un agua superficial con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal. Por su conteo de coliformes fecales, se trata de un agua fuertemente contaminada por tener más de 1,000 NMP 100 ml^{-1} de E. coli, lo que la lleva a clasificarla como un agua con fuerte contaminación bacteriológica y con una alteración severa. Y, por su porcentaje de OD medio, se determinó que se trata de un agua con deficiencia de oxígeno al tener un valor que es mayor de 10% y menor de 30%.

El nivel de contaminación del agua en la presa puede deberse a que en este cuerpo de agua se recibe el agua proveniente de escorrentías provenientes de áreas destinadas a la actividad agropecuaria, industrial y urbano, las cuales pueden arrastrar productos residuales de estas actividades.

Tabla IV.18. Resultado de los monitoreos de la calidad del agua superficial reportados por la CONAGUA en los sitios seleccionados para caracterizar el componente en el SAR del proyecto[§].

Clave	Cuerpo de agua	DBO		DQO		SST		Coliformes fecales		*E. coli*	
		Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (NMP 100 ml^{-1})	Calidad	Valor (NMP 100 ml^{-1})	Calidad
DLSAN2314	Presa San José	3.94	Buena calidad	29.39	Aceptable	15.67	Excelente	141	Buena calidad	10	Excelente
DLSAN2320	Presa San José	2.70	Excelente	36.49	Aceptable	18	Excelente	104	Buena calidad	5.50	Excelente
DLSAN2315	Presa El Potosino	<2	Excelente	28.25	Aceptable	<10	Excelente	52	Excelente	<3	Excelente
DLSAN2316	Presa El Potosino	<2	Excelente	29.30	Aceptable	<10	Excelente	134	Buena calidad	<3	Excelente
DLSAN2302	Presa Valentín Gama	4.15	Buena calidad	41.10	Contaminada	36.30	Buena calidad	1,050	Contaminada	41	Excelente
DLSAN2303	Presa Valentín Gama	<2	Excelente	43.29	Contaminada	38.75	Buena calidad	295	Aceptable	<3	Excelente

Tabla IV.21. Continuación…

Clave	Cuerpo de agua	Oxígeno disuelto		TOX D-48_SUP	CALIDAD TOX D-48_SUP	TOX_D-48_FON	CALIDAD TOX D-48_FON	Semáforo	Contaminantes
		Valor (%)	Calidad						
DLSAN2314	Presa San José	77.3	Excelente	<1	No Toxico	<1	No tóxico	Verde	
DLSAN2320	Presa San José	87.6	Excelente	<1	No Toxico	<1	No tóxico	Verde	
DLSAN2315	Presa El Potosino	72.7	Excelente	<1	No Toxico	<1	No tóxico	Verde	
DLSAN2316	Presa El Potosino	85.3	Excelente	<1	No Toxico	<1	No tóxico	Verde	
DLSAN2302	Presa Valentín Gama	17.1	Contaminada	<1	No Toxico	<1	No tóxico	Rojo	DQO, CF, OD%M
DLSAN2303	Presa Valentín Gama	78.8	Excelente	<1	No Toxico	<1	No tóxico	Rojo	DQO

[§] Fuente: CONAGUA, en: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua; consultada: Abril, 2022.

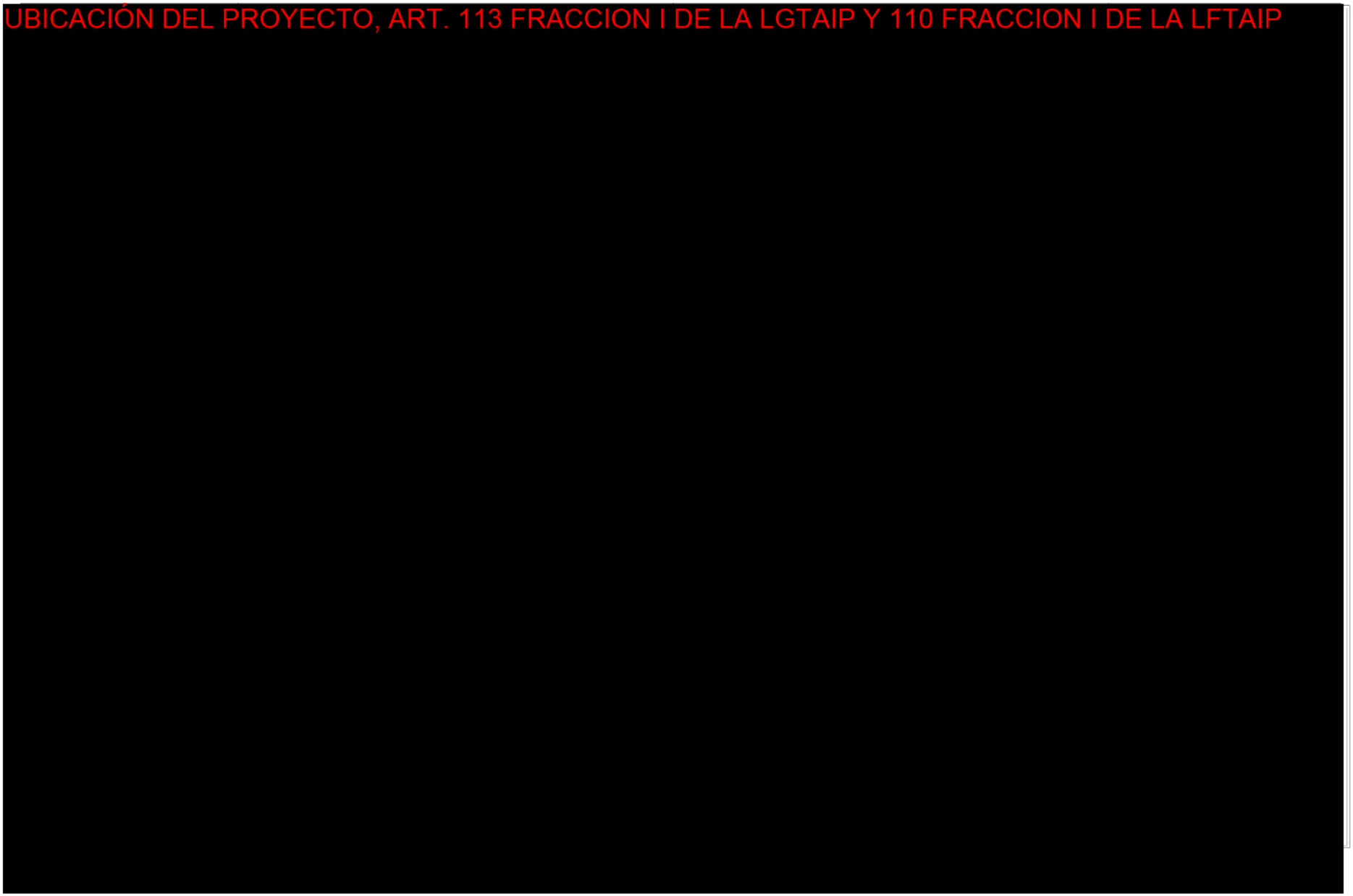
IV.3.1.4.6 Hidrología subterránea

De acuerdo con la CONAGUA (2015a), del total del volumen de precipitación se estima que el 71.6% regresa a la atmósfera a través de la evapotranspiración, el 22.2% retorna al medio marino por los escurrimientos de arroyos y ríos, y el restante 6.2% se infiltra al subsuelo de manera natural recargando los acuíferos. El agua que se acumula en estos cuerpos de agua es fundamental para la población, ya que es la principal fuente de abastecimiento de agua para cubrir sus necesidades y para el desarrollo de actividades productivas.

Para la administración de este recurso, la CONAGUA dividió al país en 653 acuíferos, mismos que quedaron legalmente declarados según el acuerdo por el que se establece y dan a conocer la denominación única de los acuíferos en el Diario Oficial de Federación, con fecha de publicación del 05 de diciembre de 2001. A partir de ello, la CONAGUA se ha encargado de dar seguimiento a la disponibilidad de agua de cada uno de los acuíferos. Este seguimiento dado por la CONAGUA ha sido muy importante para definir el volumen de agua a concesionar o para declarar vedas o suspensión de aprovechamientos para evitar su sobreexplotación con base al balance hídrico de cada uno de los acuíferos.

La RHA VII Cuencas Centrales del Norte concentra 65 de los 653 acuíferos del país, de estos 34 se encuentran sobreexplotados, lo que representa el 52.31% del total de acuíferos de esta RHA que están bajo esta condición (CONAGUA, 2019). Sin embargo, también es de mencionar que en esta RHA no se han identificado acuíferos que tengan intrusión salina, por su ubicación, y 18 de ellos presentan problemas de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres. El estado de San Luis Potosí cuenta con 12, de los cuales nueve se encuentran sobreexplotados.

Ubicando el SAR definido para el proyecto que nos ocupa con respecto a esta clasificación terrestre del territorio nacional, se encontró que este se ubica en dos acuíferos, de acuerdo con el orden de su clave en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Aguas Subterránea, son: a) 2411 San Luis Potosí y, b) 2412 Jaral de Berrios – Villa de Reyes (Figura IV.48). Una característica común relevante de estos acuíferos es que ambos se encuentran en balance negativo, siendo más crítico el balance del acuífero San Luis Potosí que el de Jaral de Berrios – Villa de Reyes, de acuerdo con la última disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2020.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

A) Acuífero San Luis Potosí (2411)

Este acuífero comprende una superficie de 1,980 km^2, en el extremo centro - occidental del estado de San Luis Potosí. Abarca la totalidad del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, gran parte de los municipios de San Luis Potosí y Cerro de San Pedro, y una pequeña parte superficie de los municipios de Mexquitic de Carmona, Ahualulco y Villa de Zaragoza.

Este acuífero presenta una variación en su nivel estático que varía de los 95 a los 155 m, excepto un con pozo que presenta 180 m. Los niveles más someros se ubican en áreas con menor demanda de agua, esto es en cuanto a densidad de pozos y volumen de aprovechamiento, ubicados principalmente hacia la parte oriente y norte de la zona urbana.

Debido al aprovechamiento al que se encuentra sometido el acuífero, se tiene registrado un abatimiento que va de 0.5 a 4.0 m por año. La zona suroeste del área urbana de la ciudad de San Luis Potosí es la que presenta el mayor abatimiento, con un descenso de nivel que va de 3.0 a 4.0 m. Mientras que, en la zona industrial y Villa de Pozos éste llega a ser de entre 1.0 y 2.0 m por año.

De acuerdo con la última información reportada en la ficha técnica del acuífero, se reportaron 866 aprovechamientos subterráneos en el acuífero, de los cuales 453 eran pozos y 413 norias. De los 453 pozos, 370 se reportaron activos y 83 inactivos y, con respecto a las norias, 282 estaban activas y 131 inactivas.

El aprovechamiento está destinado principalmente para el abastecimiento poblacional (67%), seguido de las actividades agrícolas (19%), industrial (8%), servicios (4.5%) y pecuario (1.2%)

Este acuífero se reportó con balance negativo en el censo realizado en el 2014 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2015, año en que se obtuvo una disponibilidad de -75.316895 Mm^3, lo que indicó la falta de agua para otorgar nuevas concesiones de aprovechamiento de agua sin poner en riesgo el acuífero. Este problema continuó para el censo de disponibilidad de agua publicado en el mismo medio el 04 de enero de 2018, reportándose un balance de -76.421546 Mm^3.

El 20 de septiembre de 2020, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, en el cual se indica que el acuífero 2411 “San Luis Potosí” tiene un volumen disponible de -59.223040 Mm^3 anuales, lo que indica que tuvo una recuperación del 2018 al 2020, pero continuando sin disponibilidad de agua para otorgar nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica.

Para llegar a determinar la disponibilidad del volumen de agua del acuífero se aplica la siguiente fórmula, con valores para determinar el volumen reportado en el 2020:

DMA = R – DNC – VCAS- VEALA- VAPTYR – VAPRH

DMA = 78.1 – 0.0 – 137.322000 – 0.001 – 0.00 – 0.00 = **-59.223040 Mm^3**

Donde:

DMA : Disponibilidad media anual de agua del subsuelo.

R : Recarga media anual.

DNC : Descarga natural comprometida.

VCAS : Volumen concesionado de agua subterránea.

VEALA : Volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente.

VAPTYR : Volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA.

VAPRH : Volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica.

B) Acuífero Jaral de Berrios – Villa de Reyes (2412)

Este acuífero comprende una superficie de 2,370 km^2, en el extremo suroeste del estado de San Luis Potosí y una pequeña área del norte del estado de Guanajuato. Abarca los municipios de San Felipe, Gto, y Villa de Reyes, S.L.P. Las principales localidades del municipio de Villa de Reyes inmersas en el área del acuífero son las ciudades de Villa de Reyes y Santa María del Río.

De acuerdo con la ficha técnica del acuífero, la profundidad del nivel estático muestra variación dependiendo de las áreas dentro del acuífero. Las profundidades más someras se ubican en la franja central del acuífero, entre Villa de Reyes y Jaral de Berrios, encontrándose a profundidades que van de los 50 a los 70 m. Tanto al norte como al sur del acuífero, se tienen profundidades del nivel estático mayores a las del centro, llegando a encontrarse hasta a los 100 m de profundidad al nivel del agua.

El nivel del abatimiento promedio estimado en el acuífero resultó ser de 1.4 m, llegándose a ser hasta de 2.7 m. Este descenso es el resultado de la presión que se tiene en el acuífero por los aprovechamientos de agua, los cuales extraen un volumen mayor al volumen de recarga.

De acuerdo con la última información disponible, en el acuífero se tenían 637 aprovechamientos, de estos 417 eran pozos, 207 norias y 13 manantiales. De los 637 aprovechamientos, 542 se mantenían activos, 447 eran destinados para obtener agua destinada a las actividades agrícolas, 59 para abastecer de agua a la población, 15 para la producción pecuaria y 21 industriales; mientras que, los 95 restantes se mantenían sin aprovechamiento aparente.

En correspondencia con el número de pozos y el fin del aprovechamiento del agua, el 81% del volumen aprovechado se destina para uso agrícola, 11% para uso industrial, principalmente para la termoeléctrica Villa de Reyes, y solo el 3% para abastecer del recurso a la población, el restante 5% es para otros usos.

Este acuífero se reportó con balance negativo en el censo realizado en el 2014 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2015, año en que se obtuvo una disponibilidad de -0.002803 Mm^3, lo que indicó la falta de agua para otorgar nuevas concesiones de aprovechamiento de agua sin poner en riesgo el acuífero. La situación del acuífero mejoró para el 2018, año en el que publicó el censo de disponibilidad de agua en el medio antes mencionado el 04 de enero de 2018, reportándose un balance de 0.961659 Mm^3.

El 20 de septiembre de 2020, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, en el cual se indica que el acuífero 2412 “Jaral de Berrios – Villa de Reyes” tiene un volumen disponible negativo -2.036460 Mm^3 anuales. Este resultado representa una caída mayor a estudios previos, alcanzado un nivel de disponibilidad de agua menor al registrado en el 2014, llevándolo a no tener disponibilidad de agua para otorgar nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica.

Para llegar a determinar la disponibilidad del volumen de agua del acuífero se aplica la siguiente fórmula, con valores para determinar el volumen reportado en el 2020:

DMA = R – DNC – VCAS- VEALA- VAPTYR – VAPRH

DMA = 132.1 – 1.3 – 129.344000 – 0.000 – 3.492460 – 0.00 = **-2.036460 Mm³**

Donde:

DMA : Disponibilidad media anual de agua del subsuelo.

R : Recarga media anual.

DNC : Descarga natural comprometida.

VCAS : Volumen concesionado de agua subterránea.

VEALA : Volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente.

VAPTYR : Volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA.

VAPRH : Volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica.

IV.3.1.4.6.1 Calidad del agua

Para determinar la calidad del agua subterránea en los acuíferos en los que cuales se ubican el SAR y el trazo y obras asociadas del proyecto, se tomarán los resultados publicados por la CONAGUA para el periodo 2012 – 2020 en los pozos para el aprovechamiento de agua subterránea que se encuentran dentro del polígono del SAR, así como de algunos aledaños al SAR que pueden aportar información para sustentar el análisis (ver: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua; consultada: enero, 2022). Se trata de 18 pozos que se ubican en los municipios del SAR y áreas circundantes a no más de 15 km del polígono para reflejar el impacto a sus alrededores.

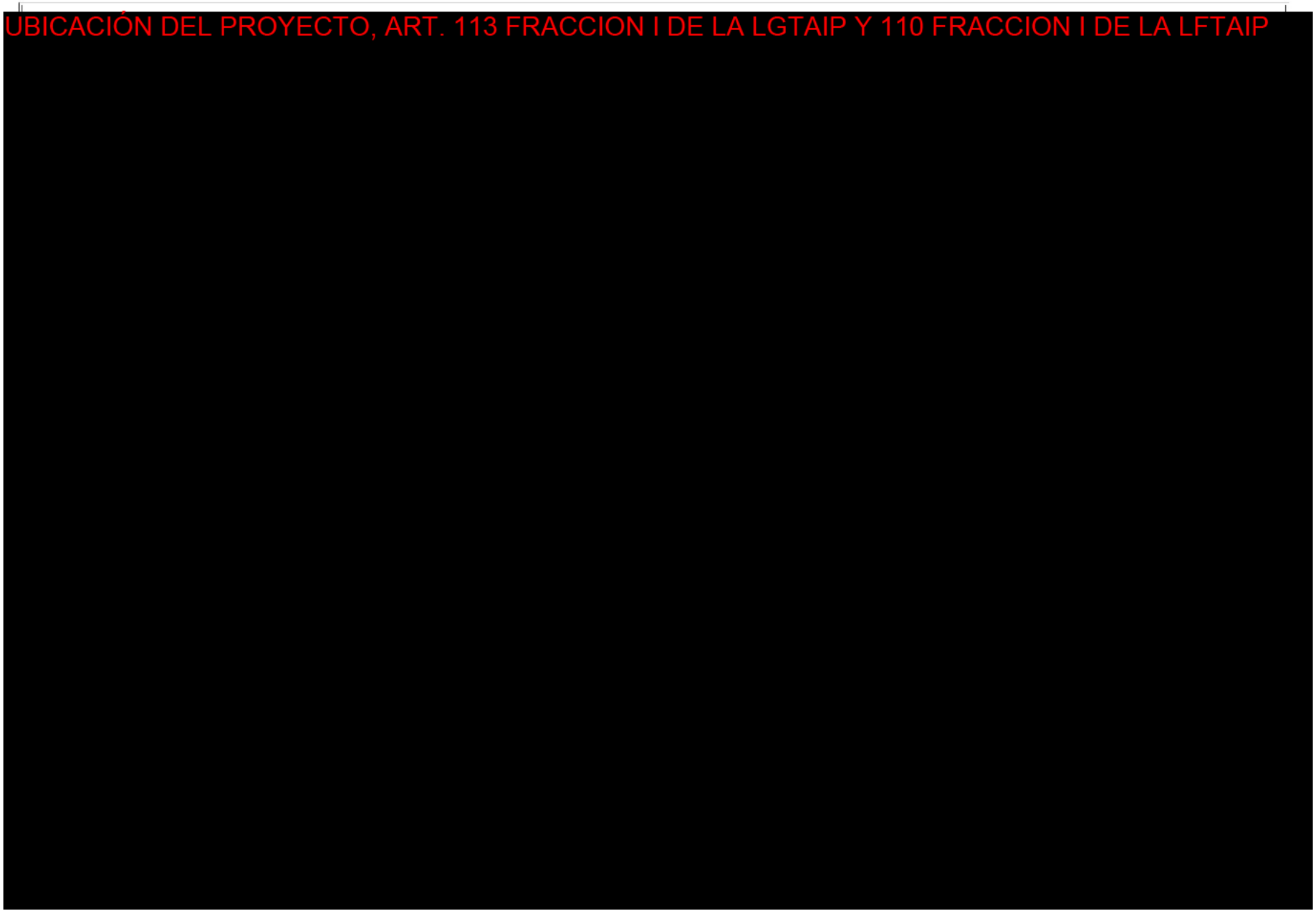
De los 18 sitios seleccionados para caracterizar la calidad del agua subterránea, 13 se ubican en el acuífero San Luis Potosí, tres en el de Jaral de Berrios – Villa de Reyes y dos en el acuífero colindante de Santa María del Río como referencia (Tabla IV.22; Figura IV.49). Dentro del SAR solo se encontraron tres sitios de muestreo hacia el norte, en la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí, siendo los pozos: a) DLSAN2306 Delegación Villa de Pozos; b) DLSAN2307 Pozo Termal II, y, c) DLSAN5386 Fracc. La Florida, este en los límites con el municipio Cerro San Pedro.

Tabla IV.19. Identificación y ubicación de los sitios de muestreo y seguimiento de la calidad del agua subterránea en los municipios y acuíferos inmersos en el SAR§.

Clave	Sitio	Municipio	Acuífero	Coordenadas	
				Longitud	Latitud
DLSAN2298	Pozo No. 504	Villa de Reyes	Jaral de Berrios -Villa de Reyes	-100.942730	21.770990
DLSAN2299	Pozo No. 3 Villa de Reyes	Villa de Reyes	Jaral de Berrios -Villa de Reyes	-100.943950	21.795970
DLSAN2300	Pozo No. 2 Villa de Reyes	Villa de Reyes	Jaral de Berrios -Villa de Reyes	-100.953080	21.794670
DLSAN2304	Ojo caliente 1	Santa María del Río	Santa María del Río	-100.755350	21.856080
DLSAN2305	Ojo caliente 2	Santa María del Río	Santa María del Río	-100.752870	21.851800

Clave	Sitio	Municipio	Acuífero	Coordenadas	
				Longitud	Latitud
DLSAN2306	Delegación Villa de Pozos	San Luis Potosí	San Luis Potosí	-100.879920	22.098060
DLSAN2307	Pozo Termal II	San Luis Potosí	San Luis Potosí	-100.929920	22.109900
DLSAN2307M1	Pozo Milpillas	San Luis Potosí	San Luis Potosí	-100.965560	22.221111
DLSAN2308	Hostal del Quijote	San Luis Potosí	San Luis Potosí	-100.930220	22.132540
DLSAN2309	Fracc. Villa Jardín	Soledad de Graciano	San Luis Potosí	-100.901860	22.140210
DLSAN2310	Rancho El Diamante	Soledad de Graciano	San Luis Potosí	-100.886630	22.198790
DLSAN2311	Internado Damína Carmona	San Luis Potosí	San Luis Potosí	-100.971690	22.139440
DLSAN2312	Muñoz	San Luis Potosí	San Luis Potosí	-100.999820	22.155710
DLSAN2313	Pozo Periférico 1	San Luis Potosí	San Luis Potosí	-101.011470	22.208600
DLSAN5383	Granjas La Florida	Cerro de San Pedro	San Luis Potosí	-100.842250	22.152806
DLSAN5385	La Zorra	Cerro de San Pedro	San Luis Potosí	-100.850917	22.183110
DLSAN5386	Fracc. La Florida	San Luis Potosí	San Luis Potosí	-100.846028	22.148889
DLSAN5387	Real del Potosí	Cerro de San Pedro	San Luis Potosí	-100.867611	22.162750

§ Fuente: CONAGUA, en: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua; consultada: Abril, 2022.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

De los 18 sitios seleccionados para caracterizar la calidad del agua subterránea en el área del SAR, siete resultaron sin problemas de contaminación, lo que significa que la calidad del agua se encuentra dentro de los rangos de calidad excelente, buena calidad y aceptable, en cada una de las variables monitoreadas para caracterizar la calidad del agua (Tabla IV.23). Los pozos que tienen esta calidad de agua se ubican al norte del SAR, algunos de ellos dentro en la zona centro de la ciudad de San Luis Potosí y otros en la periferia de la zona urbana.

Los 11 sitios restantes presentaron problemas de contaminación ya sea por su concentración de flúor, en nueve de los 18 sitios, por altos niveles de plomo, en uno, y en el último por su contenido de SDT y concentración de nitrógeno NO_3. La concentración de flúor en los pozos que rebasaron los niveles adecuados alcanzó valores para clasificarse como alto, es decir valores ≥ a 1.5 mg L^{-1}, por lo que, el agua de estos pozos se considera como no apta como fuente de abastecimiento de agua potable.

El pozo Milpillas (DLSAN2307M1), ubicado al norte y a las orillas de la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí, resultó con una concentración de plomo mayor a 0.01 mg L^{-1}, por lo que se clasifica como agua contaminada. Por la concentración de este mineral, este pozo se considera como no apto como fuente de abastecimiento de agua potable.

Finalmente, el pozo Rancho El Diamante (DLSAN2310), ubicado al norte del SAR en una zona agrícola del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, resultó con problemas de contaminación por su alta concentración de SDT y nitrógeno NO_3. Como indicador de salinidad, el valor que obtuvo para SDT (> 1,000 y ≤ a 2,000 mg L^{-1}), clasifica a esta agua como ligeramente salobre o con bajo contenido de sales. Con respecto al valor alcanzado en su contenido de nitrógeno NO_3, siendo superior a 11 mg L^{-1}, la lleva a clasificar esta agua con fuerte impacto de aguas residuales crudas con alta carga de nutrientes; su condición se considera como hipertrófica, con florecimientos algales que incluyen especies tóxicas a seres vivos. Adicionalmente, por su valor de dureza, el cual fue superior a 500 mg L^{-1}, se considera un agua muy dura e indeseable para usos industriales y domésticos, por lo que, el agua de este pozo no se recomienda como fuente de abastecimiento de agua potable.

De los tres pozos ubicados dentro del polígono del SAR, el pozo del Fracc. Las Florida no presentó problemas de contaminación, los otros dos resultaron estar en semáforo rojo, es decir, con problemas de contaminación por su alto contenido de flúor.

Tabla IV.20. Resultado de los monitoreos de la calidad del agua subterránea reportados por la CONAGUA en los sitios seleccionados para caracterizar el componente en el SAR del proyecto.

Clave	Sitio	Alcalinidad		Conductividad eléctrica		Sólidos disueltos totales				Fluoruros		Dureza		Coliformes fecales	
		Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mS cm^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (NMP 100 ml^{-1})	Calidad
DLSAN 2298	Pozo No. 504	162.40	Alta	443.0	Buena para riego	254.08	304.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	3.05	Alta	53.86	Potable - Suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2299	Pozo No. 3 Villa de Reyes	179.63	Alta	535.0	Buena para riego	313.6	374.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	2.72	Alta	81.34	Potable - Moderadamente suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2300	Pozo No. 2 Villa de Reyes	201.99	Alta	574.0	Buena para riego	346.56	408.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	2.54	Alta	90.33	Potable - Moderadamente suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2304	Ojo caliente 1	206.06	Alta	604.5	Buena para riego	344.32	375.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	1.99	Alta	113.23	Potable - Moderadamente suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2305	Ojo caliente 2	208.57	Alta	653.0	Buena para riego	361.92	407.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	1.87	Alta	119.54	Potable - Moderadamente suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2306	Delegación Villa de Pozos	121.2	Media	361.0	Buena para riego	209.6	236.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	2.74	Alta	47.99	Potable - Suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2307	Pozo Termal II	126.325	Media	386.5	Buena para riego	247.04	260.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	3.46	Alta	51.65	Potable - Suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2307 M1	Pozo Milpillas	174.72	Alta	538.0	Buena para riego	--	376.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	0.66	Media	128.60	Potable - Dura	<1.1	Potable - Excelente

Clave	Sitio	Alcalinidad		Conductividad eléctrica		Sólidos disueltos totales				Fluoruros		Dureza		Coliformes fecales	
		Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mS cm^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (NMP 100 ml^{-1})	Calidad
DLSAN 2308	Hostal del Quijote	138.9	Media	494.0	Buena para riego	290.56	400.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	1.16	Potable - Óptima	117.90	Potable - Moderadamente suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2309	Fracc. Villa Jardín	107.25	Media	286.0	Buena para riego	182.08	222.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	0.93	Potable - Óptima	45.90	Potable - Suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2310	Rancho El Diamante	216.78	Alta	1429.0	Permisible para riego	929.92	1092.00	Cultivos con manejo especial	Ligeramente salobre	0.35	Baja	539.56	Muy dura e indeseable usos industrial y doméstico	657	Aceptable
DLSAN 2311	Internado Damína Carmona	114.975	Media	483.0	Buena para riego	287.36	372.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	0.67	Media	128.47	Potable - Dura	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2312	Muñoz	131.35	Media	458.0	Buena para riego	244.16	256.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	4.19	Alta	50.88	Potable - Suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 2313	Pozo Periférico 1	133.97	Media	418.5	Buena para riego	231.68	268.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	2.46	Alta	56.63	Potable - Suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 5383	Granjas La Florida	118.17	Media	505	Buena para riego	--	326.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	0.75	Potable - Óptima	116.84	Potable - Moderadamente suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 5385	La Zorra	118.31	Media	404	Buena para riego	--	245.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	0.73	Potable - Óptima	84.23	Potable - Moderadamente suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 5386	Fracc. La Florida	114.975	Media	316	Buena para riego	--	226.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	1.43	Potable - Óptima	58.10	Potable - Suave	<1.1	Potable - Excelente
DLSAN 5387	Real del Potosí	138.37	Media	389	Buena para riego	--	292.00	Excelente para riego	Potable - Dulce	1.08	Potable - Óptima	81.86	Potable - Moderadamente suave	<1.1	Potable -

Clave	Sitio	Alcalinidad		Conductividad eléctrica		Sólidos disueltos totales				Fluoruros		Dureza		Coliformes fecales	
		Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mS cm^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (NMP 100 ml^{-1})	Calidad
															Excelente

Tabla IV.23. Continua…

Clave	Nitrógeno de NO_3		Arsénico		Cadmio		Cromo		Mercurio		Plomo		Manganeso		Fierro		Semáforo	Contaminante
	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad		
DLSA N2298	1.12	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.0048	Potable - Excelente	0.103	Potable - Excelente	Rojo	FLUO
DLSA N2299	1.56	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	0.036	Potable - Excelente	Rojo	FLUO
DLSA N2300	1.36	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	0.041	Potable - Excelente	Rojo	FLUO
DLSA N2304	3.62	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	0.009	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	<0.025	Potable - Excelente	Rojo	FLUO
DLSA N2305	3.03	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.0018	Potable - Excelente	<0.025	Potable - Excelente	Rojo	FLUO
DLSA N2306	1.16	Potable - Excelente	0.014	Apta como FAAP	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	0.029	Potable - Excelente	Rojo	FLUO
DLSA N2307	1.51	Potable - Excelente	0.012	Apta como FAAP	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.0011	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.0052	Potable - Excelente	0.040	Potable - Excelente	Rojo	FLUO
DLSA N2307 M1	4.28	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	0.029	No apta como FAAP	<0.0015	Potable - Excelente	0.046	Potable - Excelente	Rojo	PB
DLSA N2308	3.81	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.0033	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	0.030	Potable - Excelente	Verde	---

Clave	Nitrógeno de NO_3		Arsénico		Cadmio		Cromo		Mercurio		Plomo		Manganeso		Fierro		Semáforo	Contaminante
	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad	Valor (mg L^{-1})	Calidad		
DLSA N2309	1.28	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	<0.025	Potable - Excelente	Verde	---
DLSA N2310	26.71	No apta como FAAP	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.00275	Potable - Excelente	0.080	Potable - Excelente	Rojo	SDT, NO3
DLSA N2311	6.20	Potable - Buena calidad	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	0.027	Potable - Excelente	Verde	---
DLSA N2312	1.24	Potable - Excelente	0.013	Apta como FAAP	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.0021	Potable - Excelente	0.032	Potable - Excelente	Rojo	FLUO
DLSA N2313	1.49	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	0.055	Potable - Excelente	Rojo	FLUO
DLSA N5383	2.43	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	<0.025	Potable - Excelente	Verde	---
DLSA N5385	2.12	Potable - Excelente	0.010	Apta como FAAP	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.0025	Potable - Excelente	0.179	Potable - Excelente	Verde	---
DLSA N5386	1.28	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	0.036	Potable - Excelente	Verde	---
DLSA N5387	1.75	Potable - Excelente	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.00005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	<0.0015	Potable - Excelente	<0.025	Potable - Excelente	Verde	---

Fuente: CONAGUA, en: https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua; consultada: Abril, 2022.

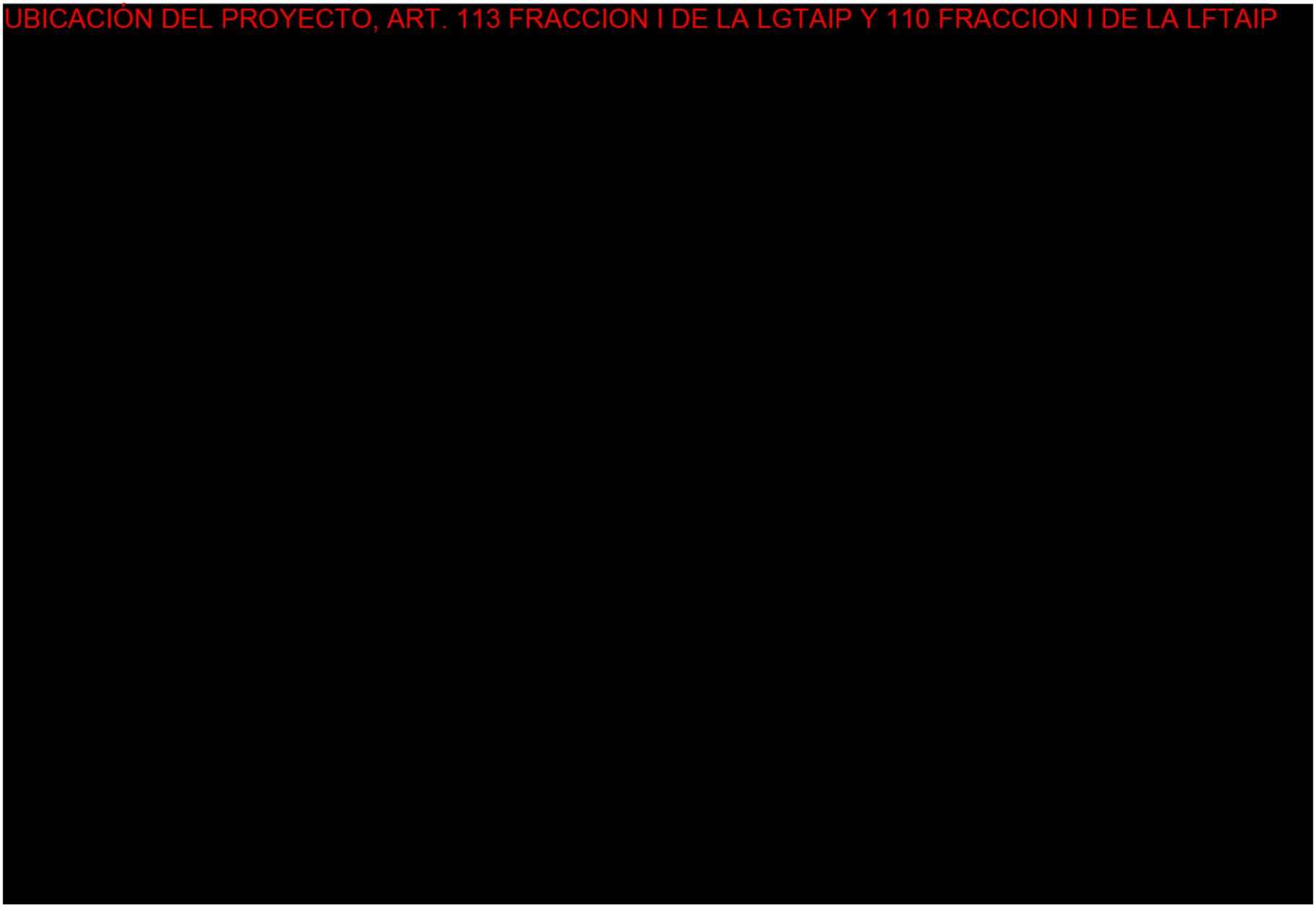
IV.3.2 Medio biótico

IV.3.2.1 Vegetación terrestre detectada en el SAR

Dentro del SAR definido para el proyecto, se identificaron 14 unidades de uso de suelo y vegetación, estas unidades fueron identificadas tomando como base la información de la carta de uso del suelo y vegetación serie VII, escala 1: 250 000 de INEGI (2021). De las 36,802.64 ha que conforman la superficie del SAR, los usos de suelo y vegetación que cubren mayor parte de la superficie son: la agricultura en sus diferentes variaciones (de riego anual, de riego anual y semipermanente, de riego semipermanente y de temporal anual) con el 31.41% del polígono, asentamientos humanos con el 23.89%, el 19.96% el matorral crasicaule, la vegetación secundaria arbustiva en su diferentes tipos (bosque de encino, bosque de pino, matorral crasicaule, matorral desértico micrófilo y de pastizal natural) cubre el 17.74%, los pastizales el 6.66% y los cuerpos de agua el 0.35%. La Tabla IV.24 contiene la información de la superficie que comprende cada uno de los diversos usos de suelo y vegetación en el SAR y la Figura IV.50 muestra la distribución de cada uno de ellos.

Tabla IV.21. Cobertura de los diferentes usos de suelo y vegetación identificados en el polígono del SAR del proyecto con base en la serie VII del INEGI publicada en el 2021.

Uso de suelo y vegetación	Cobertura en el SAR	
	Área (ha)	Proporción (%)
Agricultura de riego anual	492.02	1.34
Agricultura de riego anual y semipermanente	3,113.68	8.46
Agricultura de riego semipermanente	279.43	0.76
Agricultura de temporal anual	7,674.93	20.85
Asentamientos humanos	8,793.51	23.89
Cuerpo de agua	127.52	0.35
Matorral crasicaule	7,344.65	19.96
Pastizal inducido	258.72	0.70
Pastizal natural	2,190.66	5.95
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	11.74	0.03
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	18.61	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	2,812.28	7.64
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	1,555.86	4.23
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	2,129.04	5.79
Total	**36,802.65**	**100.00**


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Con base en la clasificación de vegetación y uso de suelo de la Serie VII del INEGI, se procedió ir a campo para corroborar dicha información o, en su caso, realizar la identificación y diferenciación de los usos de suelo y vegetación específicos en el predio del proyecto. Esto fue con el objetivo de determinar la veracidad de la clasificación, ya que en ella no se observaron inconsistencias en la denominación de los usos de suelo existente en el sitio, principalmente zona urbana y de agricultura.

Para el trabajo de campo se tomó en cuenta la descripción de los diferentes tipos de vegetación realizados para México. Para definir los tipos de vegetación se toma en consideración las diferentes características predominantes, Miranda y Hernández (1963) clasificaron los tipos de vegetación con base en su fisonomía, esta derivada de la forma de vida de las especies dominantes, en este caso conformada por los factores climáticos y suelo, principalmente.

En México, dos son los trabajos que han trascendido para clasificar los tipos de vegetación en México, estos son el de Miranda y Hernández (1963) y Rzedowski (2006). La clasificación de la vegetación en México de los primeros autores comprende 32 diferentes tipos de vegetación. El Dr. Jerzy tratando de reducir la variabilidad y complejidad que representaba diferenciar los tipos de vegetación propuestos por Miranda y Hernández, redujo la clasificación a 10 diferentes tipos.

Los tipos de vegetación existente en México de acuerdo con la clasificación realizada por Miranda y Hernández (1963) son:

1.- Selva alta perennifolia.

2.- Selva mediana o baja perennifolia.

3.- Selva alta o mediana subperenifolia.

4.- Selva alta o mediana subcaducifolia.

5.- Selva ha ja subperennifolia.

6.- Palmares.

7.- Sabana.

8.- Manglar.

9.- Popal.

10.- Selva baja caducifolia.

11.- Selva baja espinosa perennifolia.

12.- Selva baja espinosa caducifolia.

13.- Matorral espinoso con espinas laterales

14.- Cardonales, tetecheras, etc.

15.- lzotales.

16.- Nopaleras.

17.- Matorral espinoso con espinas terminales

18.- Matorral inerme o subinerme parvifolio.

19.- Crasi-rosulifolios espinosos.

20.- Tulares, carrizales, etc.

21.- Pastizales.

22.- Zacatonales.

23.- Agrupaciones de halófitos.

24.- Chaparral.

25.- Bosque de enebro.

26.- Pinares.

27.- Encinares.

28.- Bosque caducifolio.

29.- Bosque de abetos u oyameles.

30.- Vegetación de dunas costeras.

31.- Vegetación de desiertos áridos arenosos.

32.- Vegetación de páramos de altura.

Y, los tipos de vegetación existente en México de acuerdo con la clasificación realizada por Rzedowski (2006) son:

- Bosque tropical perennifolio
- Bosque tropical subcaducifolio
- Bosque tropical caducifolio
- Bosque espinoso
- Matorral xerófilo
- Pastizal
- Bosque de Quercus
- Bosque de coníferas
- Bosque mesófilo de montaña
- Vegetación acuática y subacuática

El INEGI ha venido presentando los mapas de distribución de los tipos de vegetación en toda la república mexicana a través de VII diferentes series, habiéndose lanzado la serie I en 1980 y, la actualmente vigente, Serie VII en 2021. Esta clasificación de los tipos de vegetación usa como base la realizada por Rzedowski (2006), sin embargo, a partir de cada uno de los 10 tipos de vegetación, más dos adicionales incluidos por el INEGI, se incluyen diferentes formaciones vegetales, dando un total de 58 tipos de vegetación, diferenciando dos etapas de desarrollo (primaria y secundaria), y tres fases sucesionales (arbórea, arbustiva y/o herbáceas).

En esta misma clasificación de uso de suelo y vegetación, el INEGI incluye a los agroecosistemas, categoría en la cual se agrupan los diferentes tipos de agricultura (agrícola, pecuaria y forestal) y actividades acuícolas. Esta clasificación

de usos de suelo hace referencia a los sistemas de producción de bienes de consumo y satisfacción para las poblaciones, misma que constituye una cubierta de uso de suelo como tal, quedando conformado por:

- Agricultura de temporal.
- Agricultura de riego.
- Agricultura de humedad.
- Pastizal cultivado.
- Bosque cultivado.

Todo lo antes referido tiene la finalidad de servir como sustento técnico para diferenciar los usos de suelo y vegetación que se identificaron en el SAR del proyecto y que a continuación se describe. Bajo el entendido que la vegetación hace referencia a la distribución espacial de los tipos biológicos de plantas (Ferro-Díaz, 2015); para identificar los tipos de vegetación presentes el SAR del proyecto, primero se procedió a ubicar geográficamente el área con respecto a la clasificación de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI (ver: https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/default.html#Herramientas).

Del trabajo de campo realizado en el área del SAR, y con la ayuda de una imagen satelital, se corroboró la uniformidad del tipo de vegetación presente en el área de desplante del proyecto, confirmándose que todo es sobre el uso de suelo denominado “Asentamientos humanos”, también denominado “Urbano construido”. En el área del SAR se pudo corroborar los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación determinados en la carta elaborada con la serie VII del INEGI, no obstante, es complicado diferenciar el tipo de agricultura que se desarrolla por parte de los productores con solo ver las áreas cultivables; para ello, se tiene que ir a campo directamente para mediante entrevistas conocer el tipo de agricultura que se practica a nivel de parcela, por lo que todo se corroboró a nivel de la condición de las parcelas quedando como agricultura o uso de suelo agrícola. A continuación, se describen cada uno de los usos de suelo y vegetación identificados en el SAR, para ello se utilizará la “Guía para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación”, escala 1:250, 000, serie VI, publicada por el INEGI, ya que la guía para la serie VII aún no está disponible. Sin embargo, al tratarse de la caracterización de los diferentes usos de suelo y vegetación no se esperan cambios descriptivos entre series, sino más un cambio en su distribución terrestre.

IV.3.2.1.1 Usos de suelo del SAR

De los 14 diferentes usos de suelo y vegetación identificados en el SAR del proyecto, cinco de ellos ya fueron sometidos al cambio de uso de suelo y no cuentan con vegetación nativa. En este apartado únicamente se describirán los diferentes usos del suelo presentes en el SAR: a) Agricultura de temporal anual, b) Agricultura de riego semipermanente, c) Agricultura de riego anual y semipermanente, d) Agricultura de riego anual, y, e) Asentamientos humanos.

A) Agricultura de temporal anual

En esta clasificación de uso de suelo se incluye aquellas áreas en las que se practican las actividades agrícolas donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, ya sea de ciclo de lluvias de verano o de invierno, por

lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua. En esta clasificación únicamente se considera aquellas parcelas que se dedican a la producción agrícola de cultivos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año.

Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.

Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

B) Agricultura de riego semipermanente

En este uso de suelo la producción agrícola se encuentra soportada por la aplicación de agua como complemento a la aportada por la precipitación durante la época de lluvias, ya sea en ciclo de lluvias de verano o de invierno. Además, otra característica distintiva de este sistema de producción es que se desarrollan cultivos con ciclo productivo que dura entre dos y diez años, como es el caso de la producción de papaya, piña y caña de azúcar

C) Agricultura de riego anual y semipermanente

Este uso de suelo incluye aquellos sistemas agrícolas en los que la producción se lleva a cabo mediante la aplicación de agua mediante riegos, independientemente del sistema de riego que se use, en cultivos de ciclo corto (menor a un año), así como cultivos semipermanentes, los cuales son cultivos con ciclo productivo que dura entre dos y diez años, como los mencionados en el sistema descrito en el inciso anterior.

D) Agricultura de riego anual

Estos sistemas de producción se caracterizan por la utilización de agua suplementaria para el desarrollo de los cultivos durante el ciclo agrícola, los cuales son cultivos con un ciclo vegetativo menor a un año, por lo que su definición se basa principalmente en la manera de cómo se realiza la aplicación del agua, siendo los sistema de riego más comunes los de aplicación de por aspersión, goteo y por gravedad (distribución del agua a través de surcos o bien tubería a partir de un canal principal y que se distribuye directamente a la planta).

E) Asentamientos humanos

El uso de suelo bajo esta denominación se trata de áreas en las cuales existe infraestructura para vivienda, prestación de servicios para la población para el desarrollo de sus actividades económicas (como los parques industriales), sociales, culturales, deportivas, educativas, de traslado, abasto y esparcimiento, así como de espacios públicos para el uso, disfrute o aprovechamiento colectivo, entre los que se considera las áreas verdes creadas para actividades de esparcimiento. La vegetación presente en estas áreas normalmente se trata de especies ornamentales introducidas que tiene como fin mejorar el aspecto visual que de la infraestructura urbana.

Aún y cuando estas áreas ya fueron sometidas al cambio de uso del suelo para destinarse a actividades productivas específicas, en ellas se tiene crecimiento de especies vegetales oportunistas generalmente de crecimiento herbáceo y, en algunas ocasiones de tipo arbustivo. En las áreas destinadas a la producción agrícola crecen plantas denominadas "arvenses", coloquialmente conocidas como malezas o malas hierbas. Se trata de especies oportunistas que aparecen entre las áreas de cultivo y entre las parcelas, consideradas como las principales causantes de reducción de cosechas, por lo que se implementan actividades dirigidas a reducir su aparición y crecimiento.

En las áreas de asentamientos humanos también crecen este tipo de especies de flora en áreas verdes, banquetas, vías férreas, avenidas, calles y lotes baldíos, en este caso se les conoce como especies ruderales o especies sinantrópicas, definidas como plantas que aparecen en hábitats muy alterados por la acción del hombre.

Ambos tipos de vegetación no se considera forestal ya que no cumple con lo definido en lo definido en la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2021) en su artículo 7, fracción LXXX, en la que se indica que la vegetación forestal corresponde a:

> ***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;*
>
> *El subrayado es nuestro*

Por lo que, las áreas donde crecen las especies arvenses y ruderales del proyecto no se considera que estén formando parte de vegetación de bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, ni otros ecosistemas, para este último se toma en consideración la definición de otros terrenos forestales incluida en el artículo 7, fracción XXXVIII Bis de la ley antes citada, la cual se transcribe a continuación:

> ***Otros terrenos forestales:*** *Terrenos cubiertos de vegetación forestal que no reúnen las características para ser considerados terrenos forestales arbolados;*
>
> *El subrayado es nuestro*

El mismo artículo **7**, en su fracción **LXXI Bis**, señala que un terreno forestal arbolado es:

> ***Terreno forestal arbolado****: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características;*
>
> *El subrayado es nuestro*

Por lo que, con base en lo antes mencionado se puede determinar que la vegetación arvense y ruderal que crece en las áreas agrícolas, en los asentamientos humanos y a orillas de las vías de comunicación, no se considera vegetación forestal.

IV.3.2.1.2 Tipos de vegetación

En este apartado se describirán los diferentes tipos de vegetación, en cualquier etapa sucesional que se encuentren, según los resultados obtenidos en el análisis a los usos de suelo y vegetación, serie VII, del INEGI, los cuales fueron corroborados en los trabajos de campo. Los diferentes tipos de vegetación presentes en el área del SAR son: a) Matorral crasicaule, b) Pastizal inducido, c) Pastizal natural, d) Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, e) Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, f) Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, g) Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, y, h) Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural.

Al igual que se hizo con la descripción de los usos de suelo, la descripción se hace tomando en cuenta la guía de uso de suelo y vegetación de la Serie VII del INEGI.

A) Matorral crasicaule

Este tipo de vegetación se localiza principalmente en las zonas semiáridas del centro y norte del país, su distribución marcaría los límites tropical y templado al interior del desierto Chihuahuense para las especies de portes más altos. Estas comunidades se desarrollan preferentemente sobre suelos someros de laderas de cerros de naturaleza volcánica, aunque también desciende a suelos aluviales contiguos. La precipitación media anual varía entre 300 y 600 mm y la temperatura es de 16 a 22°C en promedio anual y con temperaturas mínimas de 10 a12°C. En algunas partes de San Luis Potosí y de Guanajuato se le asocia *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus* spp. Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos como, por ejemplo, especies de *Mimosa* spp., *Acacia* spp., *Dalea* spp., *Prosopis* spp., *Rhus* spp., Larrea sp., *Brickellia* sp., *Eupatorium* sp., *Buddleja* sp., *Celtis* sp., etcétera.

Algunas especies comunes son: *Opuntia hyptiacantha*, *O. robusta*, *O. leucotricha*, *O. cantabrigiensis*, *O. tomentosa*, *O. violacea*, *O. imbricata* (Cardenche), *O. cholla* (Cholla), y otras diversas asociaciones que dependiendo del gradiente latitudinal y de tipos de suelos puede tener una diferente fisonomía. La altura de este matorral alcanza generalmente de 2 a 4 m, excepcionalmente más, su densidad es variable, pudiendo alcanzar casi 100% de cobertura, y el matorral puede admitir la presencia de numerosas plantas herbáceas y otras cilindropuntias.

Para el caso particular del SAR, este tipo de vegetación comprende un 19.96% de las 36,802.64 ha del SAR y se le encontró en combinación con otro tipo de asociaciones y comunidades vegetales, como lo es el pastizal.

B) Pastizal inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un

intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses. Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua, Hilaria, Trachypogon* y *Aristida.* También son abundantes algunas leguminosas.

Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida* adscensionis (Zacate tres barbas), *Dasyochloa pulchella* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex*, *Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus* spp. (Zacate cadillo o Roseta), *Muhlenbergia phleoides*, *Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Este tipo de vegetación se encuentra representado en un 1.74% de su superficie, mucha de ella en zonas de campos agrícolas en desuso y en orillas de caminos, como vegetación arvense y ruderal.

C) Pastizal natural

Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, entre ellas compuestas y leguminosas. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques. 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*.

Los restantes tipos de vegetación corresponden a los diferentes tipos de vegetación que se encuentran en proceso de recuperación después de haber sido alteradas por diversos factores humanos o naturales. Los tipos de vegetación secundaria que se identificaron en el SAR del proyecto son:

D) Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
E) Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino
F) Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule
G) Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo
H) Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea, de acuerdo con la intensidad del elemento de disturbio, la duración de este y sobre todo de la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en las cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada.

Estas especies forman fases sucesionales conocidas como “Vegetación Secundaria” que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original. Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y delimitación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de esta provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad para definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística, ecológica y su difícil interpretación, aún en campo; con base en las formas de vida presentes y su altura, se consideran tres fases:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

De estas tres fases vegetativas, en el SAR del proyecto predomina la presencia de vegetación secundaria en su fase arbustiva, lo que puede ser un indicador del tiempo de recuperación después de haber sufrido la alteración la vegetación primaria u original.



Matorral crasicaule al fondo



Matorral crasicaule



Pastizal natural



Pastizal natural



Pastizal inducido



Vegetación secundaria de bosque de encino



Asentamientos humanos y vías de comunicación



Asentamientos humanos y vías de comunicación

Figura IV.45. Diferentes usos de suelo identificados en la poligonal del SAR del proyecto.

IV.3.2.1.3 Flora silvestre detectada en el SAR

Derivado de los recorridos realizados en la zona donde se pretenden realizar las actividades inherentes al desarrollo del proyecto, como lo son la apertura de las zanjas, las conexiones con los ductos de alimentación y los ramales a las tomas de gas natural, entre otros, se detectó que no será requerido el cambio de uso de suelo de áreas forestales, ya que las obras y actividades que implican el desarrollo del proyecto ocurrirían básicamente en un entorno urbanizado. La instalación de los ductos, construcción de las ERM y del City Gate se realizarían en zonas de vialidades y áreas habitacionales, donde ya ha sido realizado el cambio de uso de suelo de áreas forestales y, de manera minoritaria, en entornos de zonas agrícolas. A manera de ejemplo, en la Figura IV.52 se ilustra el entorno donde se pretende realizar el proyecto energético

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

La vegetación que se observó en los recorridos realizados en el SAR donde será desarrollado el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, está constituida mayoritariamente por vegetación característica de entornos urbanizados (especies ornamentales), de orillas de caminos (ruderales) y de áreas de cultivo (arvenses).

En total se identificaron 56 especies clasificadas en 19 órdenes, 29 familias y 46 géneros (Tabla IV.25). Los órdenes Caryophyllales y Lamilaes fueron los que tuvieron una mayor diversidad en cuanto a número de familias con cuatro cada uno. En cuanto al número de especies, los órdenes Caryophyllales y Poales fueron los que tuvieron una mayor diversidad con ocho especies cada uno, con la diferencia que el primer orden citado tuvo siete géneros diferentes y el segundo solo cinco géneros, resultado que el género Cenchrus estuvo representado por tres especies y el Chloris por dos.

En este mismo sentido, seis de los órdenes de las especies de flora silvestre observadas en el SAR estuvieron representados por una sola especie, mismo número por dos especies y solo uno por tres de estas.

Tabla IV.22. Lista de especies de flora silvestre y ornamentales identificadas en el SAR en el cual se inserta el proyecto.

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría[§]	Invasora[§§]
1	Arecales	Arecaceae	Palma abanico	*Washingtonia filifera*	No	No
2	Asterales	Asteraceae	Gigantón	*Tithonia tubaeformis*	No	No
3			Aceitilla	*Bidens odorata*	No	No
4			Cardo Santo	*Cirsium rhaphilepis*	No	No
5			Diente de león	*Taraxacum officinale*	No	No
6			Acahual, árnica	*Heterotheca inuloides*	No	No
7	Asparagales	Asparagaceae	Lirio persa	*Dietes iridioides*	No	No

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría[§]	Invasora[§§]
8			Yuca	*Yucca filifera*	No	No
9			Agave tequilero	*Agave tequilana*	No	No
10			Maguey pulquero	*Agave salmiana*	No	No
11			Maguey lechuguilla	*Agave lechuguilla*	No	No
12	Brassicales	Brassicaceae	Rabanillo	*Raphanus raphanistrum*	No	No
13		Resedaceae	Acelguilla	*Reseda luteola*	No	No
14	Caryophyllales	Aizoaceae	Dedo moro, planta de hielo	*Carpobrotus edulis*	No	Sí
15		Amaranthaceae	Quelite	*Amaranthus hybridus*	No	No
16		Cactaceae	Garambullo	*Myrtillocactus geometrizans*	No	No
17			Nopal cuijo	*Opuntia engelmannii*	No	No
18			Nopal camueso	*Opuntia robusta*	No	No
19			Órgano	*Stenocereus dumortieri*	No	No
20			Cardón, cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	No	No
21		Nyctaginaceae	Bugambilia	*Bougainvillea spectabilis*	No	No
22	Casuarinales	Casuarinaceae	Casuarina	*Casuarina equisetifolia*	No	No
23	Fabales	Fabaceae	Huizache	*Vachellia farnesiana*	No	No
24			Huizache chino	*Vachellia schaffneri*	No	No
25			Mezquite blanco	*Prosopis laevigata*	No	No
26			Mezquite	*Prosopis juliflora*	No	No
27	Gentianales	Apocynaceae	Venenillo	*Cascabela thevetia*	No	No
28	Lamiales	Bignoniaceae	Jacaranda	*Jacaranda mimosifolia*	No	No
29		Lamiaceae	Bola de rey	*Leonotis nepetifolia*	No	Sí
30		Oleaceae	Trueno	*Ligustrum lucidum*	No	No
31			Olivo	*Olea europaea*	No	No
32		Verbenaceae	Cinco negritos	*Lantana camara*	No	No
33	Malphighiales	Euphorbiaceae	Higuerilla	*Ricinus communis*	No	Sí
34	Malvales	Malvaceae	Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	No	No
35			Huinare blanco, malva	*Sida abutifolia*	No	No
36	Myrtales	Myrtaceae	Eucalipto azul australiano	*Eucalyptus globulus*	No	No
37		Lythraceae	Granada	*Punica granatum*	No	No
38	Pinales	Cupressaceae	Ciprés	*Cupressus sempervirens*	No	No
39			Cedro blanco	*Cupressus lusitanica*	Pr	No
40	Poales	Poaceae	Zacate buffel	*Cenchrus ciliaris*	No	Sí
41			Zacate plumoso	*Cenchrus longisetus*	No	No

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría[§]	Invasora[§§]
42			Pasto bermuda	*Cynodon dactylon*	No	No
43			Rabo de gato	*Cenchrus setaceus*	No	No
44			Pasto rosado	*Rhynchelytrum repens*	No	Sí
45			Paragüita morada	*Chloris barbata*	No	No
46			Barbas de indio	*Chloris virgata*	No	No
47			Zacate apestoso	*Eragrostis cilianensis*	No	No
48	Proteales	Proteaceae	Árbol de fuego	*Grevillea robusta*	No	No
49	Ranunculales	Papaveraceae	Chicalote	*Argemone mexicana*	No	Sí
50	Rosales	Rosaceae	Capulín	*Prunus serotina*	No	No
51		Ulmaceae	Olmo chino	*Ulmus parvifolia*	No	No
52	Sapindales	Anacardiaceae	Pirul	*Schinus molle*	No	No
53			Pirul de Brasil	*Schinus terebinthifolius*	No	No
54		Rutaceae	Limón	*Citrus limon*	No	No
55	Solanales	Solanaceae	Tabaquillo	*Nicotiana glauca*	No	No
56			Hierba del sapo	*Solanum rostratum*	No	No

[§] Categoría de riesgo con base en la MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 2019. A = Amenazada, Pr = Protección especial y P = Peligro de extinción.

[§§] Con base en Acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016

En la Figura IV.53 se incluyen algunas de las especies del orden de las Poales y, en la Figura IV.54 ejemplares de las especies del orden Caryophyllales, los dos mayormente representados en el SAR.



Cenchrus ciliaris



Cenchrus setaceus



Cynodon dactylon



Rhynchelytrum repens

Figura IV.47. Imagen que muestra algunos ejemplos del orden Poales encontrados en el SAR donde se ubicará el proyecto.



Carpobrotus edulis



Cylindropuntia imbricata



Opuntia engelmannii



Myrtillocactus geometrizans

Figura IV.48. Imagen que muestra algunos ejemplares del orden Caryophillales encontrados en el SAR donde se ubicará el proyecto.

Por otra parte, en la Tabla IV.26 se describen los hábitats de las distintas especies vegetales identificadas en el SAR y lugares de origen, teniendo como finalidad el de explicar la presencia de las especies en el área del SAR. De acuerdo con este análisis, las especies presentes se caracterizan por ser consideradas ruderales (orilla de caminos y vías de comunicación), arvenses (en campos de cultivo), y ornamentales, en su mayoría.

Tabla IV.23. Hábitat de las especies vegetales detectadas en el polígono del SAR del proyecto Bajío – San Luis Potosí.

ID	Nombre común	Nombre científico	Hábitat
1	Palma abanico	*Washingtonia filifera*	Especie arbórea de matorral xerófilo, una de las principales palmas que se utilizan para la jardinería en climas mediterráneos y templados suaves. Es originaria de California y Baja California.
2	Gigantón	*Tithonia tubaeformis*	Arvense (en campos de cultivo) y ruderal (orilla de caminos y vías de comunicación). Es originaria de México a Honduras y El Salvador.
3	Aceitilla	*Bidens odorata*	Se encuentra en campos de cultivo, orillas de caminos, lugares perturbados. En forma natural se encuentra en taludes y alrededor de ríos. Originaria de México y Guatemala.
4	Cardo santo	*Cirsium rhaphilepis*	Se desarrolla frecuentemente en lugares perturbados y como ruderal, pastizales y matorrales. Originaria de México.
5	Diente de león	*Taraxacum officinale*	Especie introducida, exótica y de amplia distribución en regiones templadas. Se plantea que esta especie tenga un origen europeo.
6	Acahual, árnica	*Heterotheca inuloides*	Especie ruderal y arvense, también presente en pastizales perturbados y en claros en bosques.

ID	Nombre común	Nombre científico	Hábitat
7	Lirio persa	*Dietes iridioides*	Es una planta ornamental ampliamente utilizada en parques y jardines de zonas urbanas. Es originaria de África.
8	Yuca, palma china	*Yucca filifera*	Especie arbórea de matorral xerófilo, una de las principales palmas que se utiliza como planta de ornato y para reforestar algunas avenidas y/o carreteras en ciudades aldeanas. También para proteger el corral de las casas en pequeños poblados, como cero vivo en las zonas áridas. Es una especie nativa de México.
9	Agave tequilero	*Agave tequilana*	Aunque se ocupa como planta ornamental de áreas verdes, es un vegetal que se emplea para la producción de bebidas alcohólicas, como el mezcal y el tequila. La planta es originaria del estado de Jalisco, Méx.
10	Maguey pulquero	*Agave salmiana*	Tiene cuatro usos principales: para la elaboración de fibras textiles, en la elaboración de bebidas alcohólicas, como plantas ornamentales y en la gastronomía. Planta de origen mexicano.
11	Maguey lechuguilla	*Agave lechuguilla*	Maguey que es utilizado en las zonas urbana como planta de ornato y comercialmente se cultiva para comercializar su ixtle el cual es utilizado para la fabricación de lazos, lomeras, gamarras, costales, cubiertas para pacas de algodón, tapetes. De la raíz y del tallo se obtienen productos que se emplean en la fabricación de jabones. El jugo de las hojas se puede utilizar como detergente. Se utiliza para la extracción de esteroides.
12	Rabanillo	*Raphanus raphanistrum*	Arvense (de campos de cultivo); a veces puede cubrir grandes superficies en forma dominante, ocasionalmente se encuentra en ámbitos ruderales (orilla de caminos). Planta de origen mediterráneo.
13	Acelguilla	*Reseda luteola*	Es una especie anual o bianual, considerada como ruderal y arvense afectando principalmente a los cultivos maíz, frijol, calabaza, nopales y algunos frutales. Se trata de una planta naturalizada de México, traída, posiblemente, por sus propiedades de pigmentación ya que contiene un colorante amarillo que se usó para teñir en la industria textil.
14	Dedo moro	*Carpobrotus edulis*	Planta rastrera empleada como cobertura de zonas denudadas en áreas verdes de zonas urbanas. Es originaria del sur de África.
15	Quelite	*Amaranthus hybridus*	Arvense (en campos de cultivo) y ruderal (orilla de caminos y vías de comunicación). Especie originaria de América.
16	Garambullo	*Myrtillocactus geometrizans*	Especie característica del matorral xerófito y áreas de transición con selva baja caducifolia. Especie endémica de México.
17	Nopal cuijo	*Opuntia engelmannii*	Crece en forma de arbusto con muchas ramas ascendentes o postradas longitudinalmente. Se desarrolla en vegetación de desierto arenosos y en matorral xerófilo. En México se encuentra en los estados del norte y centro.
18	Nopal camueso	*Opuntia robusta*	Es una especie común en el centro de México y muy difundida como forraje fresco, verdura y para elaboración de bebidas alcohólicas y dulces.
19	Órgano	*Stenocereus dumortieri*	Habita bosques tropicales caducifolios y matorrales xerófilos, en suelos basálticos en elevaciones de entre 1,300 y 2,100 msnm. Especie endémica de México.
20	Cardón, cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	Se encuentra en matorrales xerófilos, en el desierto y semidesierto. El potencial reproductivo de esta especie es enorme, pudiendo reproducirse sexual y asexualmente por fragmentos de la planta. Es una planta muy común ya que fragmentos del tallo pueden ser dispersados fácilmente por el ganado. Su área

ID	Nombre común	Nombre científico	Hábitat
			de distribución y la población es probable que aumenten con la ganadería. Es una especie arbustiva nativa de México.
21	Bugambilia	*Bougainvillea spectabilis*	Es un arbusto trepador ornamental que se utiliza para adornar construcciones y otros árboles. Las flores tienen propiedades medicinales. Es una especie originaria de Brasil.
22	Casuarina	*Casuarina equisetifolia*	Por su estatus migratorio en México, se considera exótica. Es nativa de Australia, Malasia y Polinesia.
23	Huizache	*Vachellia farnesiana*	Se desarrolla a orilla de caminos, arroyos, parcelas abandonadas, terrenos con disturbio y terrenos sucesionales (acahuales), y en sitios ruderales. Planta originaria de América tropical.
24	Huizache chino	*Vachellia schaffneri*	Es un arbusto fijador de nitrógeno que crece abundantemente en zonas áridas del país en diversos tipos de matorrales, como el crasicaule. Sus hojas y frutos son consumidos por el ganado, lo que ayuda a su diseminación en las áreas de pastoreo; las flores se usan para producir miel y perfumes y la madera se usa como fuente de combustible. Las hojas y las vainas proveen antibióticos naturales.
25	Mezquite blanco	*Prosopis laevigata*	Ecológicamente es muy importante ya que es un excelente fijador del suelo, nitrógeno y controlador de la erosión. Se distribuye de Venezuela y Colombia hasta México y Las Antillas.
26	Mezquite	*Prosopis juliflora*	Especie secundaria, pionera, colonizadora, considerada para los procesos de regeneración ya que facilita el establecimiento de otros elementos. Árbol o arbusto espinoso que se encuentra en casi todo el país, principalmente en lugares áridos, desde Baja California y Chihuahua hasta Oaxaca, y de Tamaulipas a Veracruz. Se encuentra los tipos de vegetación, bosque espinoso, bosque tropical caducifolio, en vegetación secundaria de bosque tropical perennifolio y matorral xerófilo. Es una especie nativa de México.
27	Venenillo	*Cascabela thevetia*	Planta ornamental, altamente venenosa. Es una especie originaria del noroeste de Centroamérica.
28	Jacaranda	*Jacaranda mimosifolia*	Su aprovechamiento es con fines ornamentales o de paisajes urbanos. Es una planta originaria de Sudamérica.
29	Bola de rey	*Leonotis nepetifolia*	Planta perenne que crece a orillas de caminos y alrededores de zonas habitacionales. Originaria de África tropical y sur de la India.
30	Trueno	*Ligustrum lucidum*	Se ha introducido como especie ornamental para parques, de manera local las semillas pueden dispersarse accidentalmente en los desechos, con ayuda de aves y hormigas. Causa alergias y es tóxica para animales y humanos. Es nativa de China.
31	Olivo	*Olea europaea*	Árbol de porte bajo y corteza rugosa color gris plata, introducido de Europa, Asia y África. Se utiliza para reforestar áreas verdes por su resistencia a la sequía.
32	Cinco negritos	*Lantana camara*	Ruderal en terrenos cultivados, pastizales, campos abandonados, orillas de parcelas y caminos. Nativa de Centro y Sudamérica.
33	Higuerilla	*Ricinus communis*	Ruderal y cultivada. Es una planta indicadora de sitios perturbados. Originaria de África tropical.

ID	Nombre común	Nombre científico	Hábitat
34	Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia46*	En orillas de caminos, áreas de disturbio, campos de cultivo abandonados, vías de ferrocarril, áreas urbanas. Frecuente como mala hierba. Es originaria del Centro-sur de Estados Unidos y México.
35	Huinare blanco, malva	*Sida abutifolia*	Se considera una maleza de caminos o en lotes baldíos. Se considera maleza del maíz. Es una planta nativa de México con amplia distribución en EE.UU. y en Centro y Sudamérica.
36	Eucalipto azul australiano	*Eucalyptus globulus*	Especie introducida de Australia, comúnmente usada para reforestar por su rápido crecimiento, también usado para la producción de pulpa.
37	Granada	*Punica granatum*	Especie frutal introducida de Asia, adaptable a todo tipo de suelos y tolerante a la sequía y a las bajas temperaturas. Se utiliza en reforestación de áreas verdes y zonas urbanas.
38	Ciprés	*Cupressus sempervirens*	Especie arbórea comúnmente usada como ornato en zonas urbanas y jardines. Es una especie originaria del este del Mediterráneo.
39	Cedro blanco	*Cupressus lindleyi (C. lusitánica)*	Árbol corpulento nativo del Valle de México, se utiliza como ornato en zonas urbanas y áreas verdes. Especie originaria de Mesoamérica.
40	Zacate buffel	*Cenchrus ciliaris*	Invasiva seria, no solo en cultivos sino también en la vegetación natural. Es una planta originaria de África, sur de Asia, sur de Irán y sur de Europa.
41	Zacate plumoso	*Cenchrus longisetus*	Planta ruderal en terrenos baldíos y en orillas de caminos. Originaria de la zona del Mediterráneo.
42	Pasto bermuda	*Cynodon dactylon*	Se comporta como ruderal y arvense en varios cultivos. Se distribuye ampliamente en áreas con disturbio. Es una gramínea nativa del norte de África y sur de Europa.
43	Rabo de gato	*Cenchrus setaceus*	Planta introducida ornamental tolerante a la sequía, desplaza rápidamente a especies nativas. Planta nativa de Europa.
44	Pasto rosado	*Rhynchelytrum repens*	Arvense y ruderal. Crece a orilla de caminos, bordes y dentro de los terrenos de cultivo, así como en huertos y como componente de la vegetación secundaria. Es un pasto de origen africano.
45	Paragüita morada	*Chloris barbata*	Crece en sitios abiertos perturbados, sobre todo de regiones con suelo calcáreo, orillas de caminos y zonas costeras en los trópicos y subtrópicos; también se conoce como arvense. En América se distribuye en zonas tropicales.
46	Barbas de indio	*Chloris virgata*	Se encuentra como especie ruderal, arvense y en lugares perturbados. Abundante en baldíos y vías de comunicación, también entre cultivos de maíz y sorgo. Especie originaria de América tropical.
47	Zacate apestoso	*Eragrostis cilianensis*	Maleza en campos de cultivo y áreas perturbadas, orillas de caminos y pastizales. Es un vegetal nativo de Europa.
48	Árbol de fuego	*Grevillea robusta*	Es un árbol siempre verde originario de Australia de uso ornamental. Se recomienda como árbol de sombra y ornamental en jardines exteriores, ya que presenta flores llamativas color amarillo naranja.
49	Chicalote	*Argemone mexicana*	Común en cultivos, pastizales y orillas de carreteras. Se distribuye ampliamente en el continente americano.

ID	Nombre común	Nombre científico	Hábitat
50	Capulín	*Prunus serotina*	Es una especie de origen americano, que se desarrolla naturalmente en pendientes pronunciadas y en zonas de cultivo. También se adapta bien en zonas verdes y áreas urbanas.
51	Olmo chino	*Ulmus parvifolia*	Árbol ornamental empleado en áreas verdes de zonas urbanas, es caducifolio y originario de Asia.
52	Pirul	*Schinus molle*	Especie introducida, prospera a orilla de caminos y zonas con vegetación perturbada y zonas agrícolas. Es una especie originaria de Sudamérica.
53	Pirul de Brasil	*Schinus terebinthifolius*	Especie originaria de Sudamérica, rústico, tolera las sequías y es utilizado en actividades de reforestación de jardines y zonas urbanas.
54	Limón	*Citrus limon*	Árbol frutal originario del sur y sureste asiático, no tolera bien las heladas ni las sequías y requiere de suelos neutros y ácidos. Además de su cultivo para obtener su fruto, es empleado en reforestación de áreas verdes y zonas urbanas.
55	Tabaquillo	*Nicotiana glauca*	Ruderal, común a orillas de caminos y carreteras, a lo largo de ríos y arroyos, cerca de cultivos y patios de casas. Es una especie indicadora de sitios perturbados. Es originaria de América tropical.
56	Hierba del sapo	*Solanum rostratum*	Ruderal, a veces como arvense. Es una especie tóxica al ganado por la presencia de solanina. Planta originaria de México.

IV.3.2.1.4 Especies en categoría de riesgo y exóticas invasivas

Como resultado de los recorridos realizados en la zona del proyecto, dentro la zona urbana se observó un ejemplar de *Cupressus lusitanica* como planta de ornato (por lo que no se llegaría a afectar), siendo esta una especie sujeta a categoría de riesgo, conforme a la *"MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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"*, el cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 2019. Su nombre común es, entre otros, cedro blanco, y se encuentra bajo la categoría de riesgo de Protección especial (Pr). **No obstante, cabe aclarar que por el desarrollo del proyecto no se afectarán ejemplares de esta especie**.

Ejemplar: Cedro blanco (*Cupressus lusitanica*)						
Familia	**Género**	**Especie**	**Autor**	**Sinonimia**	**Nombres comunes**	**Categoría de riesgo**
Cupressaceae	*Cupressus*	*lusitanica*	Mill., 1768	*Callitropsis lusitanica*, *Cupressus benthamii* var. *lindleyi*, *Cupressus coulteri*, *Cupressus excelsa*, *Cupressus glauca*, *Cupressus glauca* var. *tristis*, *Cupressus karwinskiana*, *Cupressus lindleyi*, *Cupressus lindleyi* var. *hondurensis*, *Cupressus lindleyi* subsp. *hondurensis*, *Cupressus lusitanica* var. *chlorocarpa*, *Cupressus lusitanica* var. *communis*, *Cupressus lusitanica* var. *epruinosa*,	cedro, cedro blanco, cedro rojo, ciprés, sabino, tascate, tlatzcan, tlazcán	Pr

Ejemplar: Cedro blanco (*Cupressus lusitanica)*						
Familia	**Género**	**Especie**	**Autor**	**Sinonimia**	**Nombres comunes**	**Categoría de riesgo**
				Cupressus lusitanica subsp. *genuina*, *Cupressus lusitanica* var. *glauca*, *Cupressus lusitanica* var. *hondurensis*, *Cupressus lusitanica* var. *lindleyi*, *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, *Cupressus lusitanica* subsp. *mexicana*, *Cupressus lusitanica* var. *skinneri*, *Cupressus lusitanica* var. *tristis*, *Cupressus* lusitanica f. *vulgaris*, *Cupressus mexicana*, *Cupressus pendula*, *Cupressus sinensis*, *Cupressus thurifera*, *Cupressus uhdeana*, *Neocupressus lusitanica*, *Neocupressus lusitanica* var. *lindleyi*		

Por el contrario, resultó que, de las 56 especies identificadas en el área del SAR, seis se encuentran incluidas en la lista del acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016. Dos de ellas son gramíneas, de la familia de las Poaceae: Zacate buffel (*C. ciliaris*) y el pasto rosado (*R. repens*). Además, chicalote (*A. mexicana*), de la familia Papaveracea; la higuerilla (*R. communis*), de la familia Euphorbiaceae; la bola de rey (*L. nepetifolia*), el cual pertenece a la familia Lamiaceae; y, el dedo moro (*C. edulis*), de la familia Aizoaceae. De las seis especies, el pasto buffel y el pasto rosado resultaron ser las especies de más amplia distribución en el área del SAR.

De lo anterior, se puede concluir que el entorno en el que se desarrollaría el proyecto **Bajío – San Luis Potosí** consistente en áreas urbanizadas y con infraestructura de vías de comunicación, se encuentra poblada por vegetación constituida, mucha de ella, de origen no nativo; ello es debido a la introducción de muchas especies vegetales exóticas con fines de ornato, así como por la invasión de especies clasificadas como arvenses y ruderales.

IV.3.2.2 Fauna silvestre

A nivel mundial México es considerado como un país megadiverso en cuanto a su riqueza faunística. De acuerdo con Flores-Villela y García-Vázquez (2014), México posee el 8.7% de los reptiles del mundo, esto con sus 864 especies hasta ahora descritas en 159 géneros y 40 familias, cuando a nivel mundial se reportan 9,834 especies, 1,128 géneros y 89 familias. De las 864 especies identificadas a nivel nacional, 417 son lagartijas (Lacertilia), 393 serpientes (Serpentes), 48 tortugas, tres anfisbénidos (Amphisbaenia) y tres cocodrilos (Crocodylia).

De acuerdo con lo mencionado por Ceballos y Oliva, citado por Sánchez-Cordero et al. (2014), México ocupa el tercer lugar mundial en cuanto al número de especies de mamíferos con 564 agrupadas en 200 géneros, 46 familias y 14 órdenes. De los 14 órdenes, el Rodentia es el que tiene mayor diversidad con 254 especies, distribuidas en 50 géneros y 9 familias, seguido del Chiroptera con 144 especies en 65 géneros y siete familias. Además, esta clase tiene un gran endemismo, ya que se estima que 157 especies (28%) son endémicas de México, de las cuales 112 especies son del grupo de los roedores y 20 de los soricomorfos (Ceballos y Oliva, citado por Sánchez-Cordero et al., 2014). Y, de

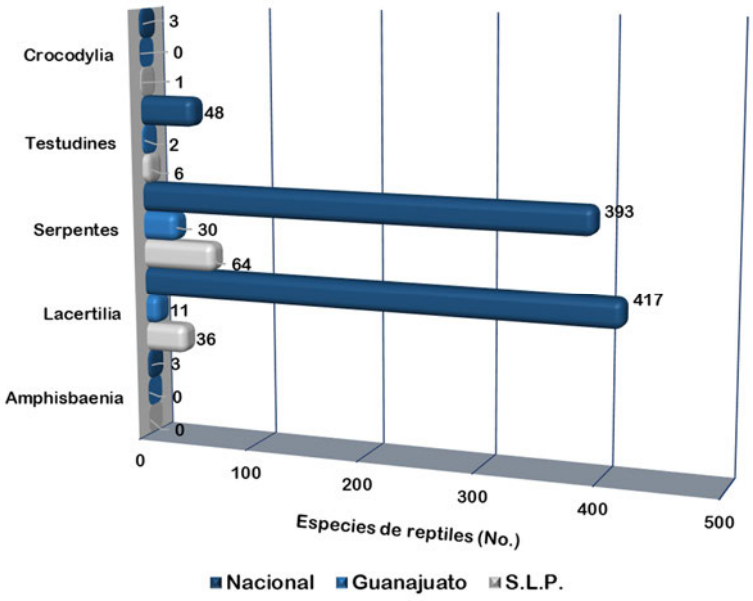
acuerdo con el listado de especies en categoría de riesgo, existen 281 especies en clasificadas en alguna categoría de riesgo según la modificación de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, Navarro-Sigüenza et al. (2014) refirieron que México posee cerca del 11% de total de las especies de aves del mundo (1,123 de las 10,500 reportadas, de acuerdo con la nomenclatura de la Amercian Ornithologists' Union), colocando al país en el onceavo lugar de acuerdo con su diversidad avifaunística. De estas, hay que resaltar que el 77% se reproducen en México, casi todas ellas residentes en país, y el resto se clasifican como migrantes de inverno, migrantes de verano y migratorias de paso, las menos.

De las 1,123 especies que se han identificado en el país, se considera que entre 194 y 212 son endémicas de México, ubicándose la zona de mayor endemismo en las zonas del Eje Neovolcánico, las Sierras Madre Occidental y del Sur, y en la planicie costera del Pacífico; y 398 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la modificación del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, de las 97 familias de aves clasificadas en 26 órdenes, 42 se encuentran en el orden Passeriforme, siendo de mayor diversidad con 531 especies; seguido el orden Charadriiforme con nueve géneros y 115 especies.

A nivel estatal, en San Luis Potosí se ha reportado la presencia de 107 especies de reptiles, de los cuales 36 son lagartijas, 64 serpientes, seis tortugas, un cocodrilo y ningún anfibio (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014) (Figura IV.55).

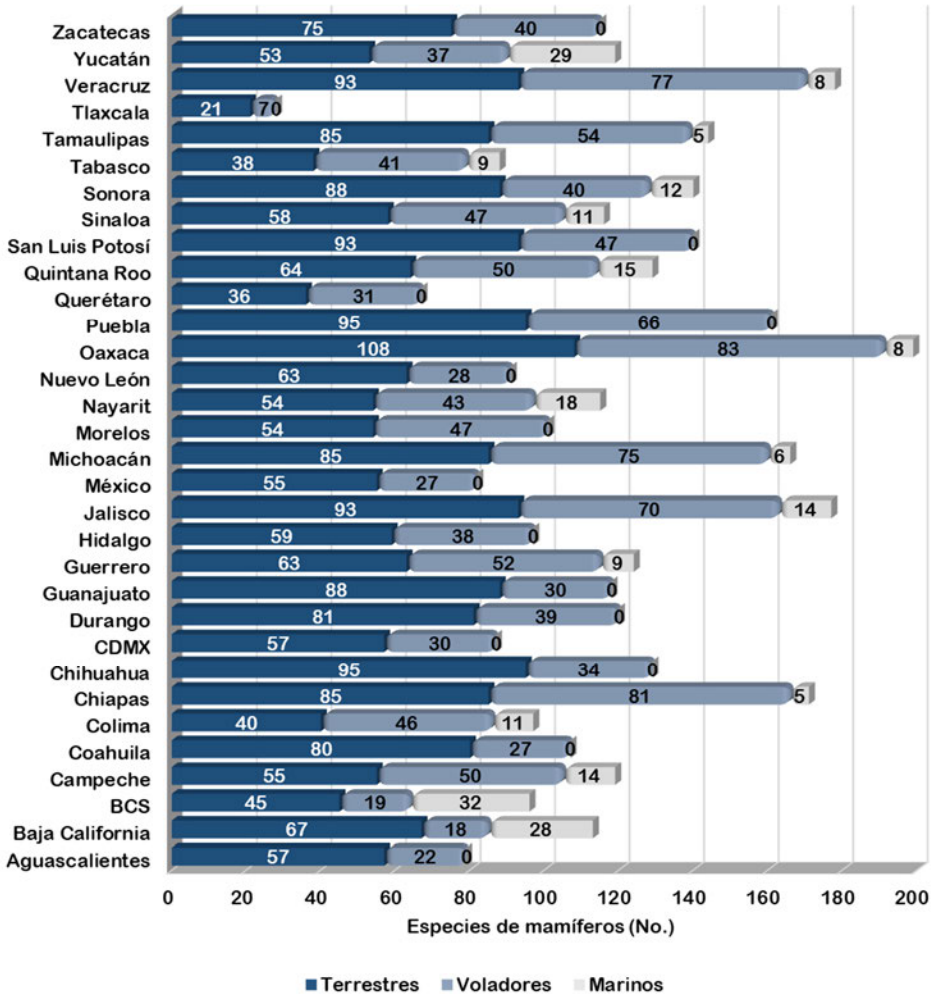
En el estado se tiene el 8.63% de la diversidad nacional de lagartijas donde se tienen identificadas 417 especies de este grupo, siendo mayor que la diversidad de este grupo en el estado vecino de Guanajuato. En cuanto a serpientes, es donde se tiene una mayor diversidad, alcanzando una mayor proporción con respecto a la diversidad nacional, con un 16.28% de las 393 especies que hay en el país. Y, en cuanto a diversidad de tortugas, el estado de San Luis Potosí cuenta con seis de las 48 especies totales identificadas a nivel nacional, esto es el 12.50% de las especies.



Fuente: Adaptado de Flores-Villela y García-Vázquez (2014).

Figura IV.49. Comparación de número de especies de reptiles identificadas en el estado de San Luis Potosí con respecto a las identificadas a nivel nacional.

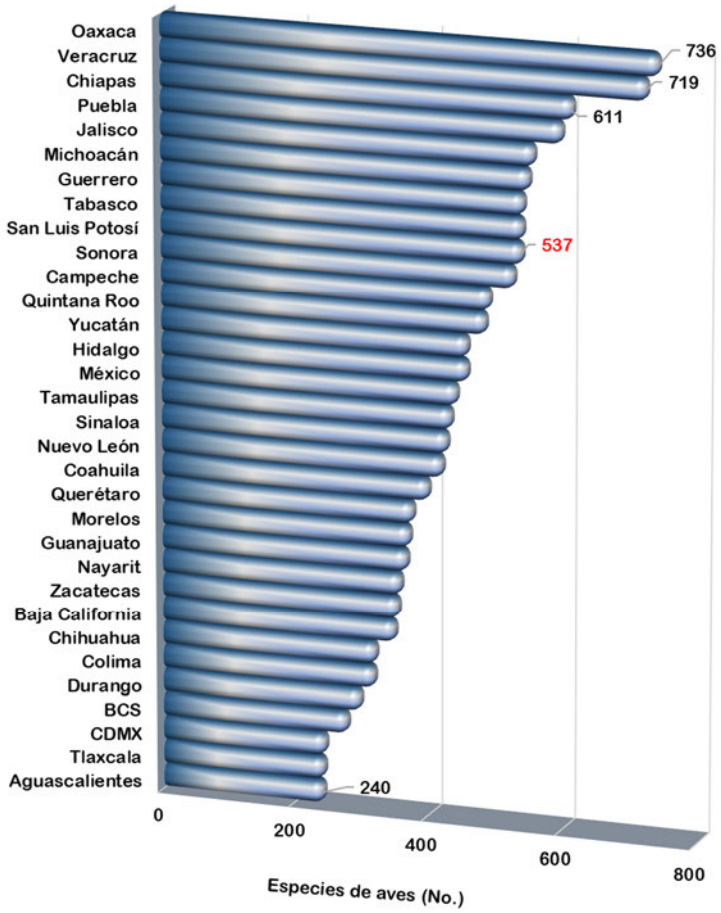
A nivel de mamíferos, el estado de San Luis Potosí es el noveno con mayor diversidad a nivel nacional con 140 especies, 59 menos que Oaxaca, estado que tiene la mayor diversidad a nivel nacional, pero 112 más que Tlaxcala, estado que tiene la menor diversidad (Sánchez-Cordero et al., 2014) (Figura IV.56). De las 140 especies identificadas en el estado, 93 son terrestres y 47 voladoras, sin existir mamíferos marinos.



Fuente: Adaptada de Sánchez-Cordero et al. (2014).

Figura IV.50. Especies totales de mamíferos identificados a nivel estatal.

Navarro-Singüenza et al. (2014) reportaron que, de las 1,123 especies de aves reportadas a nivel nacional, en el estado de San Luis Potosí se han identificado 537, lo que representa un 47.82% del número total de especies de esta clase a nivel nacional, siendo el noveno estado con mayor diversidad de esta clase donde Oaxaca ocupa el 1er lugar con sus 736 especies y Aguascalientes el último lugar con 240 (Figura IV.57).



Fuente: Adaptado de Navarro-Singüenza et al. (2014).

Figura IV.51. Especies totales de aves identificados a nivel estatal.

La diversidad faunística de una región es un componente muy dinámico, conforme puede incrementar el número de especies identificadas, esta puede verse disminuida. El incremento se da por el descubrimiento de nuevas especies conforme se van desarrollando nuevos trabajos, más profundos y específicos en una región determinada. Y, contrario a ello, desafortunadamente, lo que con más frecuencia sucede es la pérdida de la diversidad de especies en determinadas regiones, o menos drástico, de la abundancia del número de ejemplares de determinadas especies.

El descubrimiento de nuevas especies normalmente tiene lugar en ecosistemas que no han sido alterados o este ha sido menor. Por lo contrario, las pérdidas de especies, o su abundancia, se da en ecosistemas que han sufrido fuertes alteraciones, ya sean por cuestiones naturales, como huracanes, o por intervenciones antrópicas. El desarrollo de actividades productivas (como las agropecuarias), urbanas y turísticas son de las de mayor impacto negativo en la riqueza faunística ya que implican la alteración, incluso la desaparición, de ecosistemas en grandes extensiones. Entre estas actividades podemos mencionar el desarrollo de los grandes distritos de riego para la producción de productos agropecuarios, la creación de parques industriales, explotaciones mineras a cielo abierto, el desarrollo de centros urbanos, habilitación de centros turísticos – recreativos, entre otros. Todas estas actividades tienen el denominador

común que para poderse llevar a cabo implican la remoción de la vegetación y, con ello, la pérdida o, en el mejor de los casos, la disminución de la funcionalidad ambiental del área.

La fauna silvestre en el área del SAR es un componente ambiental que ha sido alterado principalmente por dar paso al desarrollo de las actividades agrícolas, asentamientos humanos, construcción de parques industriales y vías de comunicación, como las principales afectaciones. De acuerdo con un análisis SIG realizado en el SAR, de los 36,802.64 ha del polígono, el 24.32% se dedica a las actividades agrícolas, 25.66% tiene un uso de suelo urbano (incluye a las áreas industriales), 1.18% es ocupado por carreteras, 0.70% no cuenta con vegetación ni uso de suelo aparente, esto implica que el 51.86% del polígono del predio ya no cuentan con la cobertura vegetal que en un momento dado podría funcionar como sitio de alimentación, reproducción, refugio y percheo de la fauna silvestre presente.

Del trabajo efectuado para conocer la diversidad de fauna silvestre presente en el SAR, el cual consistió en revisión de literatura, entrevista a consultores ambientales y pobladores de la región y recorridos de campo en los que se realizaron observaciones directas e indirectas, como búsqueda de huellas, presencia de heces, individuos muertos, nidos y sonidos (vocalizaciones), se obtuvo el listado presentado en la Tabla IV.27. En total se registró la presencia de 44 especies de fauna silvestre, pertenecientes a 37 géneros, 25 familias y 12 órdenes.

De las 44 especies, 11 pertenecen a la clase de los mamíferos, mismo número de reptiles y 22 aves. Los mamíferos estuvieron representados por cuatro órdenes, en el que el rodentia tiene cinco familias y seis géneros y especies. El orden Carnívora resultó tener dos familias y tres géneros y especies. El resto de los cuatro ordenes quedaron representados por una familia y mismo número de géneros y especies.

Los reptiles solo tuvieron dos órdenes, el Squamata y el Testudines. El orden Squamata estuvo representado por tres familias seis géneros y 10 especies diferentes. La familia Phrynosomatidae fue las que presentó mayor diversidad con seis especies; en segundo, la familia Colubridae con tres géneros y mismo número de especies, y, finalmente, la familia Teiidae solo tuvo una especie. Por otro lado, el orden Testudines solo estuvo representado por una sola especie, la tortuga de pecho quebrado (*Kinosternon integrum*).

Por último, en la clase de las aves se encontraron seis diferentes órdenes, 12 familias, 19 géneros y 22 especies. El orden Passeriformes fue el que tuvo mayor número de individuos con 13 especies, agrupadas en siete familias y 11 géneros. El orden Columbiformes ocupó el segundo lugar en cuanto a diversidad con cinco especies pertenecientes a cuatro géneros. Los otros cuatro órdenes solo incluyeron una especie, género y familia, cada uno.

Tabla IV.24. Lista de especies de fauna silvestre reportadas en el SAR del proyecto, y su situación de acuerdo con los listados de categoría de riesgo y de especies exóticas invasoras.

Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Riesgo*	Exótica**
Mammalia	Carnivora	Canidae	Zorra gris	*Urocyon cinereoargenteus*	---	---
		Procyonidae	Cacomixtle norteño	*Bassariscus astutus*	A	---
			Mapache	*Procyon lotor*	---	---
	Didelphimorphia	Didelphidae	Tlacuache norteño	*Didelphis virginiana*	---	---
	Lagomorpha	Leporidae	Conejo serrano	*Sylvilagus floridanus*	---	---
	Rodentia	Cricetidae	Rata algodonera oreja blanca	*Sigmodon leucotis*	---	---
		Geomyidae	Tuza del altiplano	*Cratogeomys goldmani*	---	---

Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Riesgo*	Exótica**
		Heteromydae	Ratón de abazones de Nelson	*Chaetodipus nelsoni*	---	---
			Ratón de abazones sedoso	*Perognathus flavus*	---	---
		Muridae	Ratón casero	*Mus musculus*	---	Sí
		Sciuridae	Ardillón de rocas	*Otospermophilus variegatus*	---	---
Reptilia	Squamata	Colubridae	Alicante	*Pituophis deppei*	A	---
			Culebra chata oriental	*Salvadora grahamiae*	---	---
			Culebra látigo	*Masticophis schotti*	---	---
		Phrynosomatidae	Lagartija espinosa del mezquite	*Sceloporus grammicus*	Pr	---
			Lagartija espinosa de collar	*Sceloporus torquatus*	---	---
			Lagartija espinosa de panza azul	*Sceloporus parvus*	---	---
			Lagartija espinosa mexicana	*Sceloporus spinosus*	---	---
			Lagartija espinosa menor	*Sceloporus minor*	---	---
			Perrilla de arena	*Holbrookia maculata*	---	---
		Teiidae	Huico pinto del noreste	*Aspidoscelis gularis*	---	---
	Testudines	Kinosternidae	Tortuga pecho quebrado mexicana	*Kinosternon integrum*	Pr	---
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla cola roja	*Buteo jamaicensis*	Pr	---
	Cathartiformes	Cathartidae	Zopilote aura	*Cathartes aura*	---	---
	Columbiformes	Columbidae	Huilota común	*Zenaida macroura*	---	---
			Paloma alas blancas	*Zenaida asiatica*	---	---
			Paloma turca de collar	*Streptopelia decaocto*	---	Sí
			Tortolita cola larga	*Columbina inca*	---	---
			Paloma doméstica	*Columba livia*	---	Sí
	Falconiformes	Falconidae	Caracara	*Caracara plancus*	---	---
	Passeriformes	Tyrannidae	Papamoscas cardenalito	*Pyrocephalus rubinus*	---	---
			Papamoscas negro	*Sayornis nigricans*	---	---
			Papamoscas llanero	*Sayornis saya*	---	---
			Papamoscas chico	*Empidonax minimus*	---	---
			Papamoscas amarillo	*Empidonax occidentalis*	---	---
			Tirano chibiú	*Tyrannus vociferans*	---	---
		Icteridae	Zanate	*Quiscalus mexicanus*	---	---
		Fringillidae	Pinzón mexicano§§	*Haemorhous mexicanus*	---	---
		Parulidae	Chipe corona negra	*Cardellina pusilla*	---	---

Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Riesgo*	Exótica**
		Passeridae	Gorrión doméstico	*Passer domesticus*	---	Sí
		Passerellidae	Rascador viejita	*Melozone fusca*	---	---
		Mimidae	Cuicachoche pico curvo	*Toxostoma curvirostre*	---	---
			Centzontle norteño	*Mimus polyglottos*	---	---
	Piciformes	Picidae	Carpintero cheje	*Melanerpes aurifrons*	---	---

* Categoría de riesgo con base en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, publicada en el Diario Oficial de la Federación el **14 de noviembre de 2019. Pr = Protección especia; P = Peligro de extinción y, A = Amenazada.**

**** De acuerdo con la lista de las especies exóticas invasoras para México publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016.**

§De acuerdo con el listado de especies en categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, existen subespecies de esta especie en categoría de riesgo, pero se distribuyen en el norte del país.

§§ De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus) subespecies amplus (Pinzón de Guadalupe), clementis (Pinzón de San Clemente), y mcgregori (Pinzón del Mar de Cortés), se encuentran en categoría de riesgo; sin embargo, no hay evidencia que la especie observada en el SAR pertenezca a alguna de estas subespecies.*



Paloma turca de collar (*Streptopelia decaocto*)



Papamoscas amarillo (*Empidonax occidentalis*)



Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*)



Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*)



Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*)



Rastro de conejo (*Sylvilagus floridanus*)

Figura IV.52. Especies de fauna silvestre y evidencias observadas en el SAR y área del proyecto.

De las 44 especies identificadas, cinco se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la modificación a la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019. De las cinco especies en categoría de riesgo, tres son reptiles, una perteneces a la clase mammalia y otra es un ave. Y, de las cinco, dos se encuentran en categoría de amenazadas (A) y tres en protección especial (Pr), ninguna en la categoría de peligro de extinción (P).

Las especies que se encuentran como amenazadas son la serpiente alicante (*Pituophis deppei*) y el cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*). Y, las especies catalogadas bajo la categoría de protección especial son: la lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*), la tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*) y la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*).

Por lo contrario, también se identificaron especies incluidas en el listado de especies exóticas invasoras para México, aunque solo fueron cuatro de las 44 totales. Las especies identificas fueron: el ratón casero (*Mus musculus*), la paloma

turca de collar (*Streptopelia decaocto*), la paloma doméstica (*Columba livia*) y el gorrión doméstico (*Passer domesticus*). En este caso, de acuerdo con el listado, se deben establecer medidas para evitar que estas especies se sigan propagando.

Conclusiones

Derivado del análisis de la flora y fauna detectada en el SAR definido para el desarrollo del proyecto, se tiene, por una parte, la presencia de especies de flora y fauna sujetas a alguna categoría de riesgo, algunas de ellas incluso fueron detectadas de manera directa por el personal encargado de la realización de los estudios de impacto ambiental, durante los recorridos, lo cual denota una gran riqueza de hábitats para el desarrollo de especies tan sensibles. Y, por otra parte, se tienen entornos totalmente urbanizados o en proceso de urbanización acelerada, con vegetación introducida que tiene fines ornamentales principalmente.

Respecto al desarrollo del proyecto, éste no requerirá de la afectación de ejemplares forestales y, dado el caso, solo sería requerida la remoción de vegetación herbácea de tipo arvense y ruderales.

El desarrollo del proyecto no afectaría directamente fauna silvestre terrestre ni acuática, ya que los ductos serán instalados de manera subterránea con sus correspondientes señalizaciones. Asimismo, el promovente del proyecto acatará, de manera comprometida con el ambiente, los lineamientos ambientales que le sean establecidos por la autoridad ambiental con la finalidad de que su desarrollo sea realizado de manera armoniosa con el ecosistema urbano y semiurbano.

IV.3.3 Medio socioeconómico

IV.3.3.1 Descripción territorial

Como ya se ha venido mencionando, el sitio del proyecto y SAR definido para su desarrollo se ubica en el estado de San Luis Potosí, uno de los 31 estados, más la Ciudad de México, que conforman el territorio nacional. Este se ubica en la región centro – norte del país, colindando con los estados de Nuevo León y Tamaulipas, al norte, hacia el este con el estado de Veracruz, al sur con los estados de Hidalgo, Querétaro y Guanajuato y al oeste con Zacatecas (Figura IV.59). Con sus 62,848 km^2 ocupa la posición 15ª de los estados con mayor superficie del país, representando el 3.19% de la superficie nacional, donde el estado de Chihuahua y la Ciudad de México son el de mayor y menor superficie, ocupando el 12.56 y 0.08% del territorio nacional, respectivamente.

El estado está constituido por 58 municipios, siendo los municipios de Santo Domingo y Guadalcázar los de mayor superficie estatal, representando el 7.14 y 6.08% de la superficie del estado, respectivamente. Mientras que, por lo contario, los municipios del estado con menor superficie son Huehuetlán y Coxcatlán con el 0.12 y 0.15%, en el orden antes citado. En cuanto a superficie, el municipio de San Luis Potosí es superior al de Villa de Reyes, ocupando las posiciones 15 y 21 a nivel estatal, respectivamente, con el 2.41 y 1.65% de la superficie total del estado.

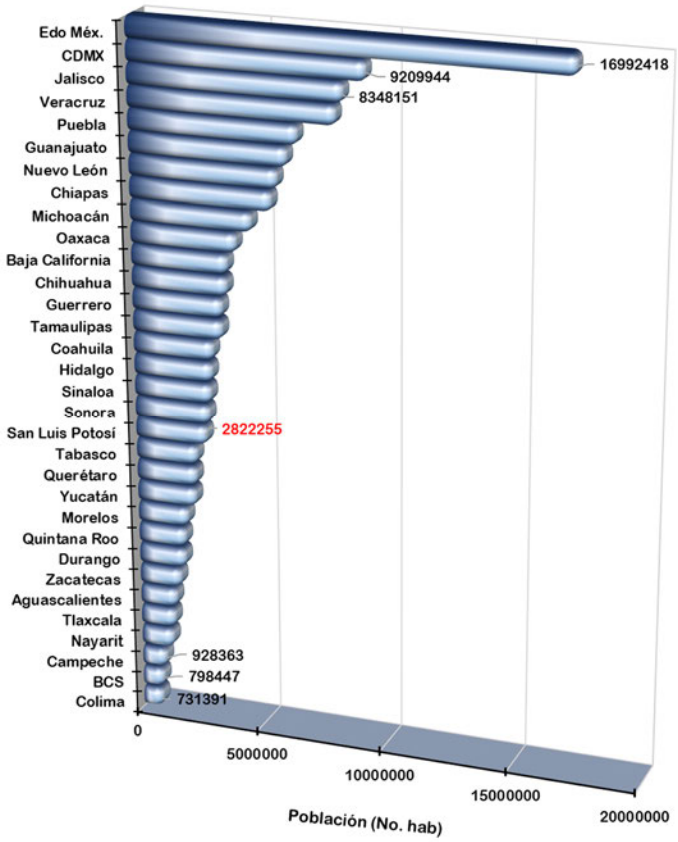


Fuente: Tomada en: https://descargarmapas.net/mexico/san-luis-potosi/mapa-estado-san-luis-potosi-municipios.png

Figura IV.53. Colindancias del estado de San Luis Potosí y su división municipal.

IV.3.3.2 Población

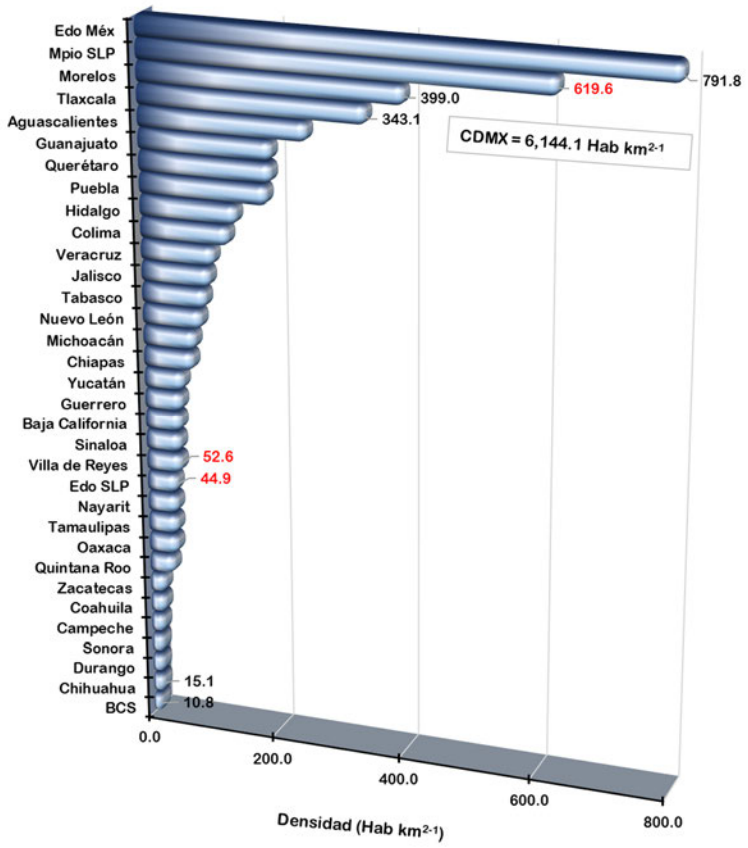
De acuerdo con el último censo de población y vivienda presentado por el INEGI a nivel nacional en el 2020 (ver: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/), el estado de San Luis Potosí es de los que tiene una menor población con respecto a la nacional, ocupando el catorceavo lugar entre los estados con menor población en el país con sus 2’822,255 habitantes (Figura IV.60). De los 126’014,024 habitantes a nivel nacional que resultaron del censo antes mencionado, en el Estado habitaban el 2.24% de la población total; mientras que, los estados de Colima y Baja California Sur fueron los que tuvieron menor número de habitantes, representado el 0.58 y 0.63% del total nacional, en el orden antes citado, y el Estado y la Ciudad de México los que resultaron por mucho con la mayor población nacional, con el 7.32 y 13.48% de la población total.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/.

Figura IV.54. Población por entidad federativa de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020.

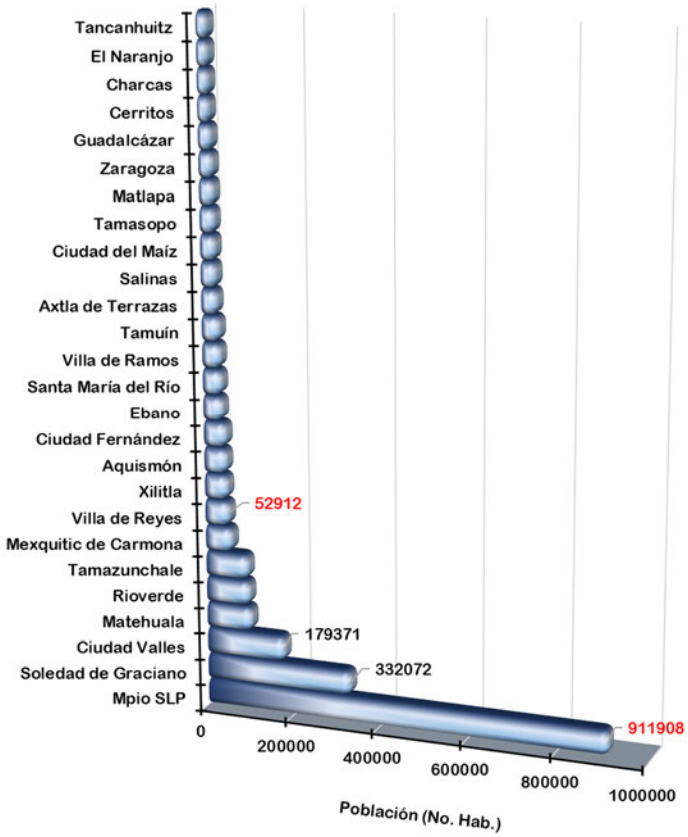
Relacionando la superficie estatal con el tamaño poblacional, dos variables de las que ya se ha hablado, resulta que el estado de San Luis Potosí tiene una densidad poblacional de 44.9 Hab km^{2-1}, ocupando el doceavo lugar entre los estados del país con menor densidad, donde los estados de Baja California Sur y Chihuahua son los que tienen la menor población por unidad de área con 10.8 y 15.1 Hab km^{2-1} (Figura IV.61). En este rubro resulta que las entidades con la mayor densidad poblacional son la Ciudad y Estado de México con 6,144.1 y 791.8 Hab km^{2-1}, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/.

Figura IV.55. Densidad poblacional por entidad federativa de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020.

De igual forma, y con base en el último censo de población y vivienda realizado por el INEGI a nivel nacional en el 2020 (ver: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/), a nivel estatal se tiene que los municipios inmersos en el SAR se encuentran entre los que cuentan con mayor población en el estado; de hecho, el municipio de San Luis Potosí es el que congrega un mayor número de habitantes en el estado con 911,908 pobladores, seguido de Soledad de Graciano Sánchez con 332,072, lo que representa el 32.31 y 11.77% de la población total estatal (Figura IV.62). El municipio de Villa de Reyes cuenta con solo 52,912 habitantes, es decir el 1.87% de los habitantes del estado, lo que le alcanza para ocupar el octavo lugar entre los municipios con mayor población.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/.

Figura IV.56. Población de los 26 municipios con mayor población en el estado de San Luis Potosí de acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020.

Relacionando el tamaño poblacional y la superficie municipal, resultó que el municipio de San Luis Potosí tiene una densidad poblacional mayor a la de Villa de Reyes, 619.6 Hab km^{2-1} vs 52.6 Hab km^{2-1} (Figura IV.61). La densidad poblacional del municipio de San Luis Potosí lo pone solo por debajo de la densidad poblacional de la Ciudad y Estado de México, muy por arriba de la densidad del estado de San Luis Potosí, la cual es de 44.9 Hab km^{2-1}; incluso, la densidad poblacional de Villa de Reyes es ligeramente superior a la estatal (52.6 Hab km^{2-1} vs 44.9 Hab km^{2-1}).

IV.3.3.3 Localidades indígenas

En 2010 el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) presentó el catálogo de localidades indígenas, el cual es el resultado del trabajo realizado entre el Instituto y el INEGI. El catálogo tuvo como finalidad identificar y cuantificar la población indígena en México tomando como base los resultados del Censo de Población y Vivienda del 2010.

La definición de las localidades indígenas se diferencia en dos tipos, considerando para ello la proporción población de origen indígena, por un lado, y, por el otro, el tamaño de la población total. Se consideran localidades de interés

las de tipo A y B, siendo estas las que tienen una población indígena mayor o igual al 40% de su población total o aquellas que tiene menos del 40% de su población indígenas y más de 150 indígenas. Aquellas localidades con un porcentaje menor al 40% de su población considerada como indígena y menos de 150 indígenas no se definen como localidades de interés.

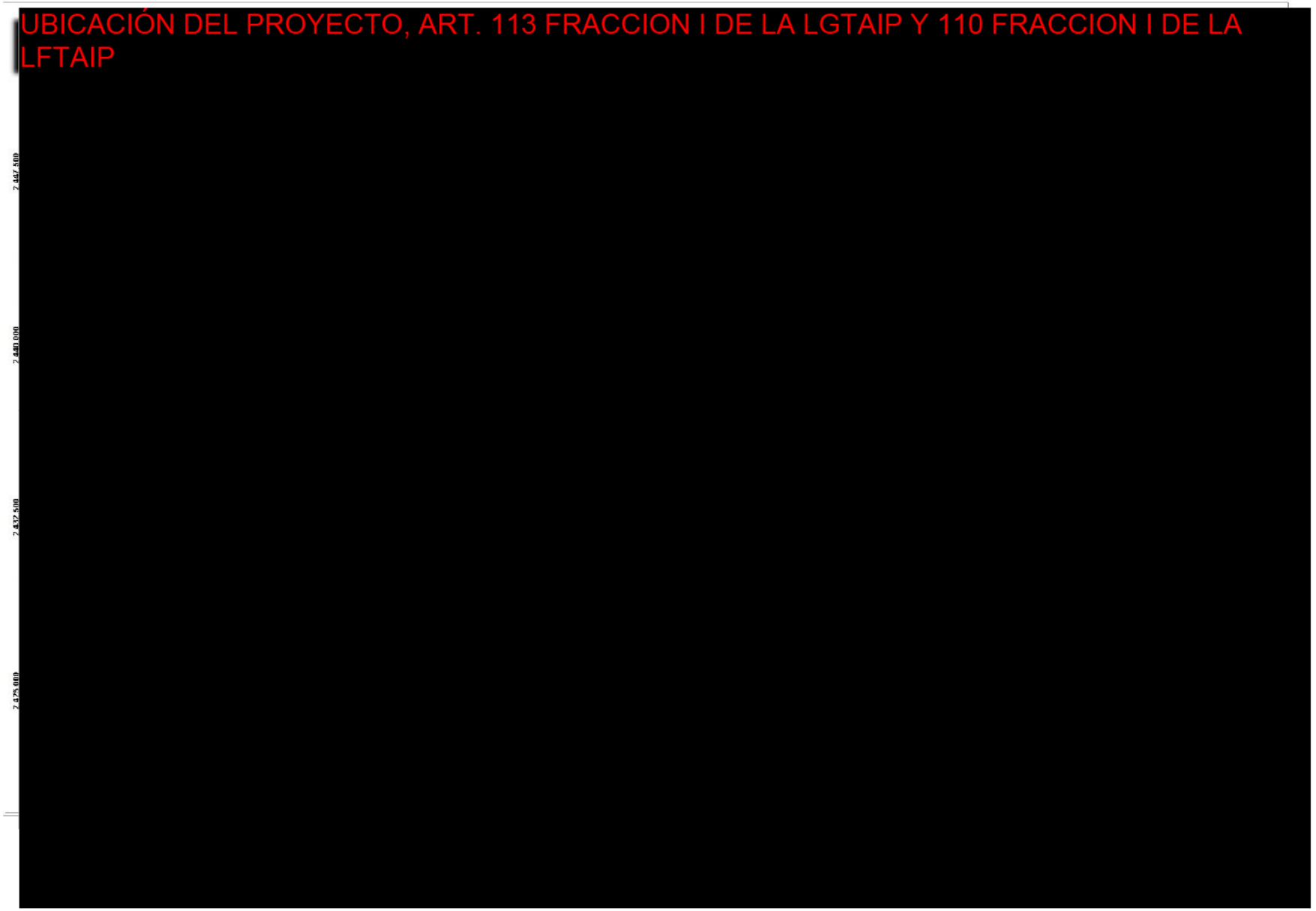
Con base en la clasificación antes mencionada, se logró catalogar 64,172 localidades en total, de las cuales 34,263 localidades resultaron con una población igual o más del 40% de su población indígena; 1,131 localidades resultaron tener menos del 40% de su población indígena y menos de 150 indígenas entre su población. Y, finalmente, 2,118 localidades se clasificaron como localidades de interés, todos con más de 150 indígenas en su población.

En el estado de San Luis Potosí se catalogaron se catalogaron 2,496 localidades en total, de este total 1,657 localidades resultaron con una población indígena igual o mayor del 40% de su población indígena; 80 localidades resultaron tener menos del 40% de su población indígena y menos de 150 indígenas entre su población. Y, finalmente, solo 38 localidades se clasificaron como localidades de interés, todos con más de 150 indígenas. Estas 38 localidades se encuentran ubicadas en 23 de los 58 municipios del estado, siendo los municipios de Tamazunchale, Tamuín y Ciudad Valles los que tienen un mayor de localidades de interés con seis la primera y tres en los otros dos municipios, el resto tiene entre una y dos.

En los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes se tienen 58 localidades indígenas, 30 en San Luis Potosí y 28 en Villa de Reyes, de las cuales 55 corresponden a las catalogadas con menos del 40% de su población indígena y menos de 150 indígenas entre su población, dos a localidades con una población igual o mayor del 40% de su población indígena, pero menos de 150 indígenas en las poblaciones, y solo una de San Luis Potosí catalogadas como localidad indígenas de interés (Tabla IV.28; Figura IV.63).

Tabla IV.25. Localidades indígenas catalogadas por tipo en los municipios involucrados en el SAR delimitado para el desarrollo del proyecto con base en el censo de población y vivienda del 2010 por tipo[§].

Municipio	Localidades indígenas	Localidades con menos de 40%	Localidades de 40% y más	Localidades de interés	Localidades indígenas en el SAR
San Luis Potosí	30	28	1	1	9
Villa de Reyes	28	27	1	---	4
Totales	**58**	**55**	**2**	**1**	**13**


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Dentro de los límites del SAR se contabilizaron 13 localidades indígenas, de las 58 localidades totales correspondientes a los municipios que se encuentran conformando parte del SAR, esto considerando el catálogo de localidades indígenas elaborado con base en el censo de población y vivienda del 2010. Tomando el listado de localidades indígenas más recientemente publicado por el mismo INPI en el 2020, el cual incluye la reclasificación de las localidades indígenas de 40% y más en tipos A y B (aquellas de interés), solo se tienen dos localidades tipo A, una en cada uno de los municipios.

Las localidades "Cenzontle", del municipio de San Luis Potosí, y "El Fresno", ubicada en el municipio de Villa de Reyes, son las que están en la categoría "A" de las localidades indígenas, sin embargo, ninguna de ellas se encuentra dentro de la poligonal del SAR (Figura IV.63).

IV.3.3.4 Dinámica poblacional

El crecimiento poblacional nacional ha mostrado un comportamiento similar al que se ha tenido a nivel mundial de acuerdo con la información proporcionada por el Banco Mundial (ver: https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.GROW). En el periodo de 1970 a 2019, México pasó de tener tasas de crecimiento poblacional anuales de 3.05% a 1.09%, siendo más fuerte la caída que la mostrada a nivel mundial que pasó de ser de 2.09 a 1.07% en el mismo periodo. En este mismo lapso, la tasa promedio de crecimiento poblacional anual de México es ligeramente superior a la mundial (1.88 vs 1.52%); cuando ha habido países que han tenido una tasa de crecimiento negativa (disminución de la población), tales como Letonia, Bulgaria, Serbia y Lituania (-0.41, -0.38, -0.29 y -0.22%, respectivamente), mientras que países de medio oriente todavía tienen tasas de crecimiento por arriba del 4% (Emiratos Árabes Unidos 7.75%, Qatar 6.67%, Kuwait 4.44 y Bahréin 4.15%).

En el periodo de referencia, hasta finales de los 80's, a nivel nacional todavía se tenían tasas promedio de crecimiento anual poblacional superiores al 2%, lo que se reflejó en un incremento poblacional del 89.0% (igual a 42.93 millones de habitantes). Sin embargo, a partir del 2000 éstas se han mantenido más o menos estables y por debajo del 1.5%, lo que ha implicado un incremento poblacional del 29.3% (28.531 millones de habitantes) (Tabla IV.29; Figura IV.64).

A nivel estatal, de 1990 al 2020 el estado de San Luis Potosí ha tenido tasas promedio de crecimiento anual (TPCA) demográfico ligeramente menor a la obtenida a nivel nacional (1.18% vs 1.52% TPCA), no obstante que esta ha tenido un comportamiento un tanto más variable, en el que resalta el incremento del 2010 en el que subió a una TPCA del 1.45%, cuando venía de tasas ligeramente por debajo del 1.0%, obtenidas en los dos lustros previos (Tabla IV.29).

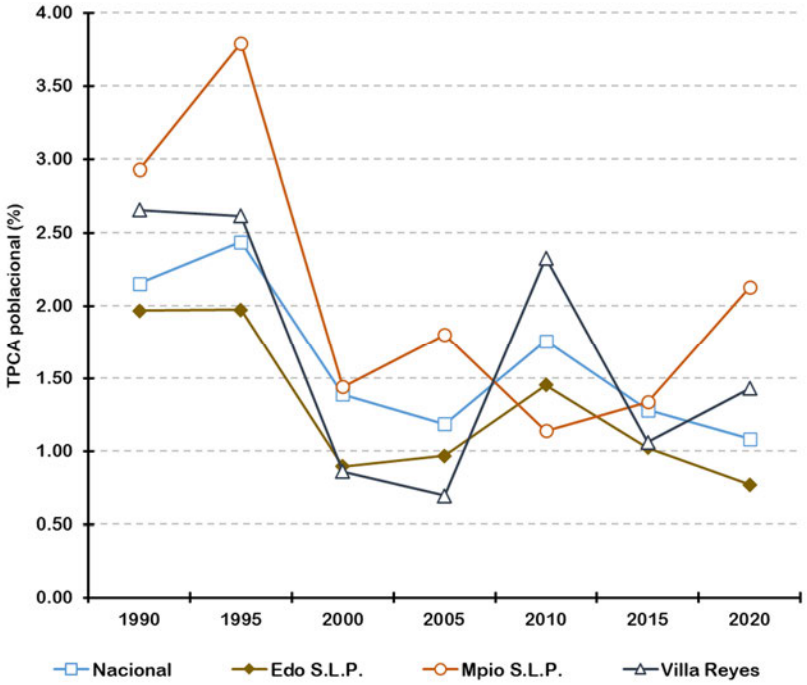
Tabla IV.26. Número de habitantes a nivel nacional, estatal y municipal de 1990 a 2020 de acuerdo con los censos y conteos poblacionales realizados por el INEGI§.

Entidad	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	TPCA (%)
Nacional	66'846,833	81'249,645	91'158,290	97'483,412	103'263,388	112'336,538	119'530,753	126'014,024	1.52
S.L.P.	1673893	2003187	2200763	2299360	2410414	2585518	2717820	2822255	1.18
Mpio S.L.P.	406630	525733	625466	670532	730950	772604	824229	911908	1.94
Villa de Reyes	27196	34425	38926	40602	42010	46898	49385	52912	1.50

§ Datos de 1990 a 2020: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados.

Analizando las TPCA poblacional de 1990 al 2020, hay que destacar que la TPCA poblacional del estado de San Luis Potosí ha estado por debajo de la nacional, pero con un comportamiento un tanto similar, lo cual se puede ver por la conformación de sus líneas de la Figura IV.64. En dicha gráfica también se puede ver que la TPCA del municipio de San Luis Potosí ha sido mayor al resto de las entidades analizadas, incluyendo también los resultados del municipio de Valle de Reyes. En este caso, el municipio de San Luis Potosí tiene una TPCA promedio en el periodo analizado de 1.94%, con una fluctuación que ha ido de 3.79% en 1995 a 1.14% en el 2010, no obstante que esta el 2020 fue la que presentó el mayor incremento cerrando en 2.13%.

Por otro lado, el municipio de Valle de Reyes ha mostrado bajas TPCA poblacionales, no obstante, de tener una amplia variación en el periodo analizado. El valor promedio del periodo es muy similar al promedio nacional (1.50% vs 1.52%), pero por debajo de la TPCA del municipio de San Luis Potosí (1.94%); con un rango de variación que va de 2.66%, en 1990, a 0.69% en el 2005.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/.

Figura IV.58. Tasa de crecimiento promedio anual estatal y de los municipios inmersos en el SAR del proyecto de acuerdo con los censos y conteos de población y vivienda realizados por el INEGI.

No obstante, el comportamiento irregular de la TPCA poblacional en el periodo analizado, comparando los resultados obtenidos en la década de los 90's con la de los últimos 10 años, se puede ver que los municipios inmersos en el SAR, y el estado mismo, han bajado su ritmo de crecimiento, ya sea porque han bajado su tasa de natalidad o porque ha dejado de llegar menos gente a vivir en ellos producto de la migración interna, como se verá más adelante.

IV.3.3.5 Variables de la dinámica poblacional

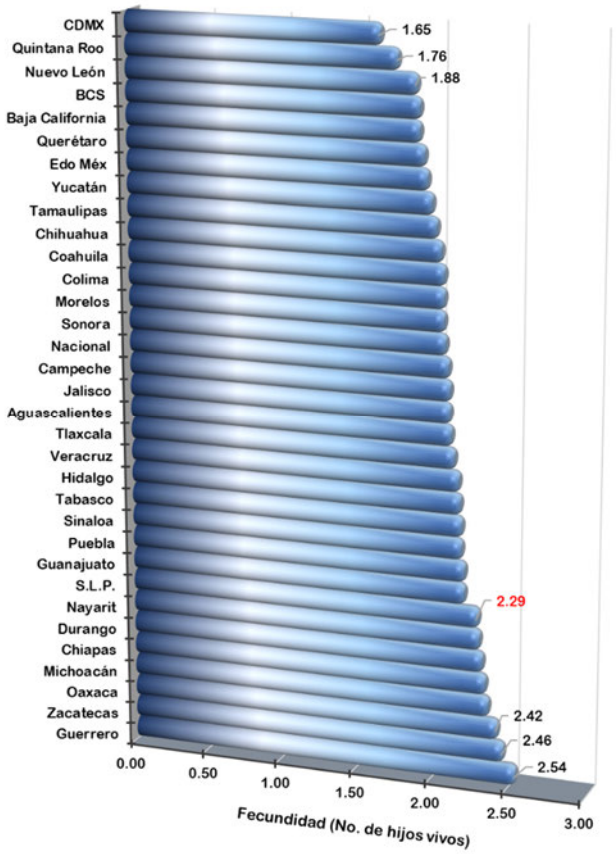
La dinámica poblacional está conformada por los nacimientos, defunciones y los movimientos poblacionales migratorios que se componen de la inmigración y emigración; al final de este balance, tomando como referencia la población en tiempos determinados, se tiene el número de habitantes en un lugar y momento dado. Y, al comparar estas variables entre años, periodos y/o censos, ayudan a explicar diferentes variables relacionadas con la población, principalmente en temas relacionados con salud, seguridad, economía, servicios, entre otros. A continuación, se analizarán variables relacionadas directamente con la densidad poblacional.

IV.3.3.5.1 Fecundidad

La fecundidad es una de las principales variables que determinan el crecimiento o disminución poblacional, así como del cambio estructural por grupo de edades. En nuestro caso, la fecundidad se expresa como el número de hijos vivos por el total de mujeres mayores de 12 años, conforme con los resultados presentados por el INEGI en sus censos poblacionales.

De acuerdo con los resultados del censo de población y vivienda realizado por INEGI, Guerrero es el estado que tiene la mayor fecundidad a nivel nacional con 2.54 hijos vivos, seguido por los estados de Zacatecas y Oaxaca con 2.46 y 2.42 hijos vivos, respectivamente (Figura IV.65). Por el contrario, las entidades federativas que tienen los valores de fecundidad más bajos son la Ciudad de México, Quintana Roo y Nuevo León, con 1.65, 1.76 y 1.88 hijos vivos por mujer mayor de 12 años. En el octavo lugar, con mayor fecundidad a nivel nacional se encuentra el estado de San Luis Potosí con 2.29 hijos vivos.

Los resultados obtenidos en el censo poblacional de 2020 muestran un dato relevante, y un poco preocupante a la vez, que de las 32 entidades federales que conforman el país, 14 de ellas se encuentran por debajo de la denominada fecundidad de reemplazo, así como el país mismo, no siendo el caso del estado de San Luis Potosí. La fecundidad de reemplazo es el límite mínimo que garantiza un crecimiento poblacional bajo un supuesto de mortalidad constante y ausencia de migración. El nivel de fecundidad de reemplazo requerido es de 2.1 hijos por mujer, tasa que asegura la reposición del número de mujeres en edades reproductivas. Una tasa menor a la mencionada ocasiona una disminución de la población en el largo plazo (Cabella y Nathan, 2018).



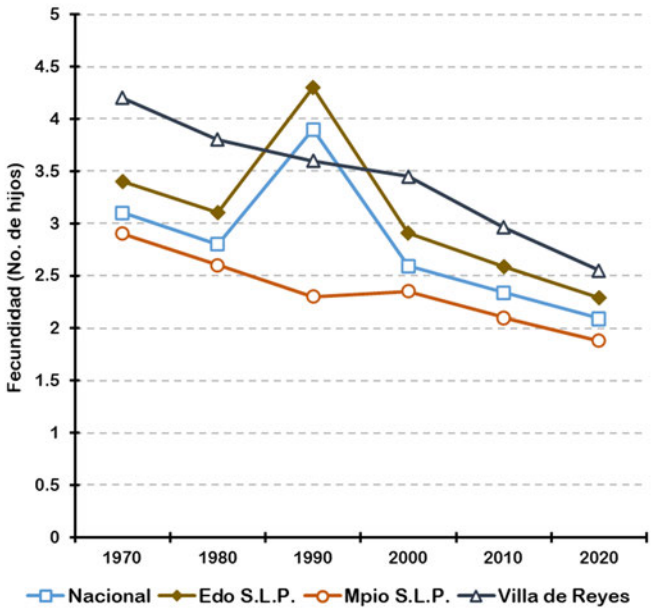
Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados.

Figura IV.59. Fecundidad a nivel nacional y estatal con base en los resultados del censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020, expresada como el número de hijos vivos promedio por mujeres en edad reproductiva.

Analizando la información de los censos poblacionales de 1970 a 2020, se tiene que esta variable ha venido disminuyendo, de manera general, a través de las décadas, tal y como lo muestran los resultados censales. Como se puede ver en la Figura IV.66, el descenso más pronunciado en el número de hijos vivos se dio entre el 2000 y 2020, donde a nivel nacional pasó de 2.6 a 2.1, esto significa que le tomó 20 años disminuir esta variable en 0.5 unidades, lo que anteriormente le había tomado 30 años, ya que entre 1970 y el 2000 pasó de 3.1 a 2.6 hijos vivos.

La caída de esta variable a nivel estatal fue ligeramente mayor entre el 2000 y el 2020 a nivel nacional, pasando de 2.9 a 2.3 hijos vivos.

El municipio de San Luis Potosí sobresale por tener la menor fecundidad entre las entidades analizadas, habiendo por debajo en cada uno de los censos levantados por el INEGI, cayendo en el último censo por debajo de la fecundidad de reemplazo. Por el contrario, el municipio de Valle de Reyes siempre ha tenido un fecundad mayor a la mostrada a nivel nacional, estatal y que el municipio de San Luis Potosí, aunque su comportamiento general ha sido similar a las otras entidades yendo a la baja constante, de 4.2 hijos vivos por mujer en edad reproductiva en 1970 pasó a 2.6 hijos vivos en el último censo realizado.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados.

Figura IV.60. Fecundidad a nivel nacional y estatal con base en los resultados del censo de población y vivienda realizado por el INEGI, expresada como el número de hijos vivos promedio por mujeres en edad reproductiva.

La información sobre la planificación familiar, más el acceso a las medidas establecidas para ello proporcionadas en los tres niveles de gobierno, han jugado un papel relevante para que esta variable poblacional presente el descenso hasta ahora tenido. Parece ser que los programas sobre planificación familiar implementados han ayudado a que las parejas piensen y definan el número de hijos que desean tener, mostrando su resultado en el descenso en el número de hijos por población femenina a nivel nacional, estatal y municipal.

IV.3.3.5.2 Migración

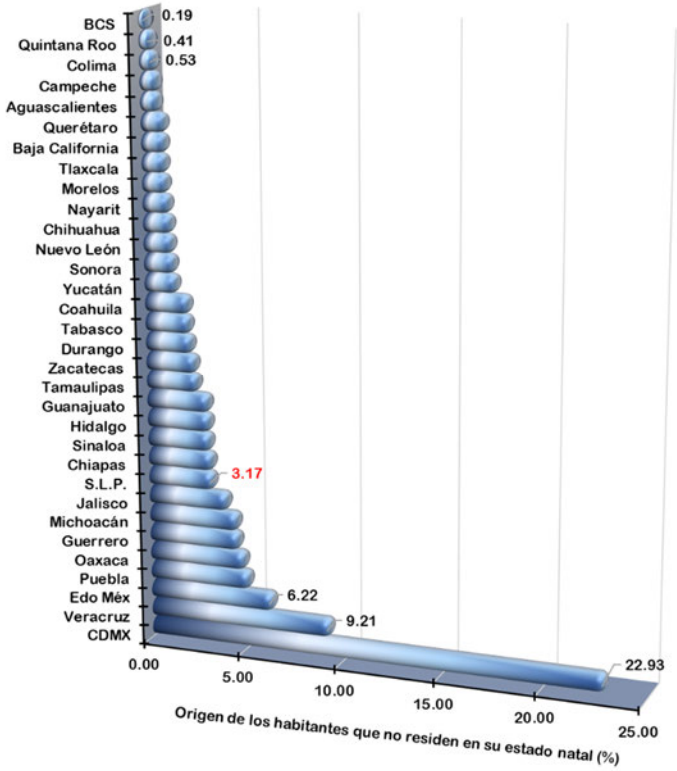
Los movimientos poblacionales internos e internacionales, considerando los que entran a un lugar como los que salen, tienen una influencia considerable en la variación poblacional de un lugar en tiempos determinados. Es un fenómeno social al que se ve forzada la población mundial principalmente por la pobreza, búsqueda de más y mejores alternativas de empleo, un empleo mejor remunerado, inseguridad alimentaria, para realizar o continuar con sus estudios, en búsqueda de un lugar más seguro para vivir, desastres naturales o, simplemente, para reunirse con su familia, opciones que no encuentran o no logran alcanzar en sus lugares de origen.

El CONAPO et al. (2012), mencionaron que la Organización Internacional para las Migraciones define a la migración interna como el movimiento de personas de una región a otra en un mismo país con el propósito de establecer una nueva residencia, misma que puede ser de carácter temporal o permanente. Para el censo de población y vivienda de 2010, el INEGI reportó que de la población total 19’747,511 habitantes no residían en su entidad federativa natal, población que incrementó a 21’611,963 habitantes para el censo del 2020. De esta última población, el 22.93%

correspondía a personas nacidas en la Ciudad de México, siendo la entidad federativa con mayor emigración interna, seguida por Veracruz y el Estado de México con el 9.21 y 6.22%, respectivamente (Figura IV.67). Mientras que, el estado de BCS resultó ser el estado con menor población emigrante interna con solo el 0.19% de los emigrantes totales.

El estado de San Luis Potosí no se caracteriza por ser un estado atrayente de habitantes de otros estados, su movimiento migratorio destaca más por ser un estado en que su población tiende a salir a buscar alternativas a otros estados e, incluso, fuera del país. Quintana Roo es uno de los estados del país que es fuerte atrayente de población migrante interna, de acuerdo con los resultados del censo de población y vivienda de 2020 el 50.87% de su población resultó ser originaría de otros estados, cuando en San Luis Potosí esto solo representaron ser el 10.44% de la población censada, incluso menor a la registrada en el estado vecino de Querétaro con el 28.99%, el cual se considera un estado atrayente de pobladores.

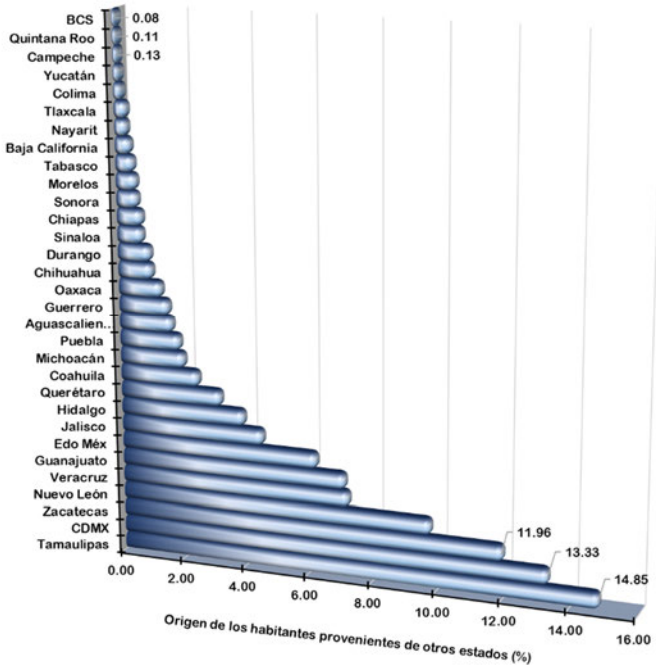
De los resultados del censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el 2020, resulta que San Luis Potosí ocupa el noveno lugar en cuanto a población estatal con mayor número de habitantes migrantes internos con el 3.17%, donde BCS, Quintana Roo y Colima resultaron ser los estados que tienen menor número de pobladores viviendo en otros estados del país (Figura IV.67). Por el contrario, las entidades federales que tienen mayor migración interna son la Ciudad de México, Veracruz y el Estado de México, entidades que tienen el 22.93, 9.21 y el 6.22% de nacidos viviendo en otros estados del país, conocida como migración interna.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados.

Figura IV.61. Distribución proporcional de la población que no residía en su estado natal al momento de levantar el censo de población y vivienda por parte del INEGI en el 2020.

De los 294,725 habitantes censados en el estado de San Luis Potosí en el 2020 provenientes de otros estados, los cuales representaron ser solo el 10.44% de la población censada en el estado, resultaron provenir de las 31 entidades federales. El estado de Tamaulipas fue la entidad de donde provenía un mayor número de la población migrante representando ser el 14.85%, seguido de la Ciudad de México y Zacatecas con el 13.33 y 11.96%, respetivamente (Figura IV.68). Los estados menormente representados fueron Baja California Sur, Quintana y Campeche con solo el 0.08%, 0.11% y 0.13%, en el orden antes citado, de la población migrante.



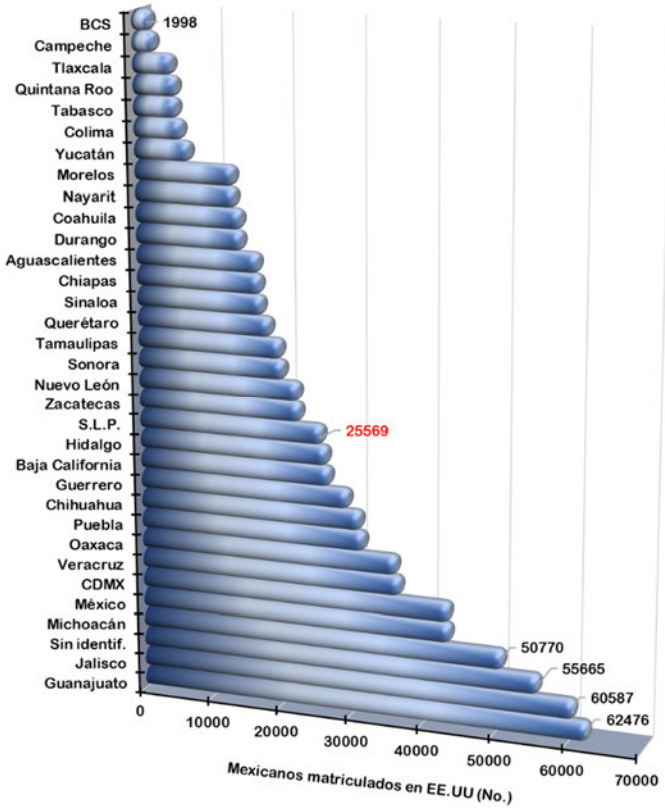
Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados.

Figura IV.62. Distribución proporcional de la población del estado de San Luis Potosí proveniente del interior del país al momento de levantar el censo de población y vivienda por parte del INEGI en el 2020.

En este mismo sentido, como es ampliamente conocido y documentado, México es un país expulsor de su población, ocupando el 2° lugar mundial con población viviendo fuera del país, solo por debajo de la India (CONAPO et al., 2015, 2016, 2017, 2018, 2019; 2021; Tépach, 2015). En el periodo del 2000 al 2013, México tuvo una tasa migratoria anual promedio del 2.1% (Tépach, 2015); siendo los Estados Unidos el país preferido por los mexicanos para emigrar. En el año 2017, de los 12’964,882 migrantes mexicanos en el mundo, el 97.83% se encontraba en los EE. UU, muy por debajo estuvieron Canadá y España, en el 2° y 3$^{er.}$ puesto de preferencia, con el 0.63 y 0.38%, respectivamente (CONAPO et al., 2019).

En este rubro, considerando el promedio de las matrículas consulares de población mexicana en EE. UU, por estado, resultó que entre el 2015 y el 2020 el estado de San Luis Potosí obtuvo el treceavo lugar con mayor población emigrante en ese país con 25,569 migrantes (3.2% de la población emigrante registrada) (Figura IV.69). Los estados

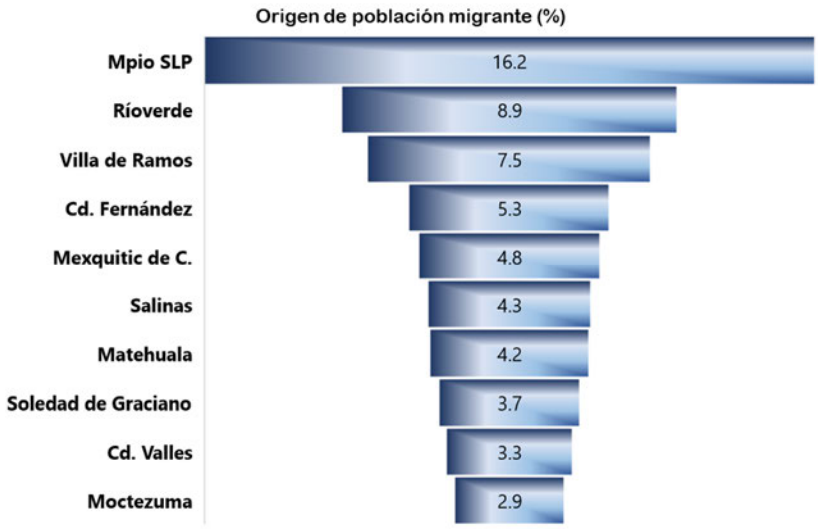
de Baja California Sur, Campeche y Tlaxcala fueron los que tuvieron menor población emigrante matriculada en el periodo referido, representando entre las tres entidades apenas el 1.2% de los emigrantes matriculados en promedio, en los EE. UU. Por lo contrario, los estados con la mayor población migrante fueron Guanajuato, Jalisco y Michoacán, sumando entre los tres estados el 21.7% de la población migrante.



Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO et al. (2021).

Figura IV.63. Flujo de emigrantes mexicanos entre el 2018 y el 2020 fuera del territorio nacional según estado de nacimiento.

De acuerdo con las matrículas consulares de población mexicana en los EE. UU. entre el 2015 y el 2020, la población migrante del estado de San Luis Potosí estuvo dominada por los originarios del municipio de San Luis Potosí, seguido por los originarios de los municipios de Rioverde y Villa de Ramos, como los tres principales, de acuerdo con la información presentada por la CONAPO et al. (2021) (Figura IV.70). Entre los 10 municipios del estado reportados por la CONAPO et al. (2021) como los que tiene mayor población migrante en EE.UU. no aparece el municipio de Valle de Reyes, el otro inmerso en la conformación del SAR del proyecto.



Fuente: Elaboración propia con información de CONAPO et al. (2021).

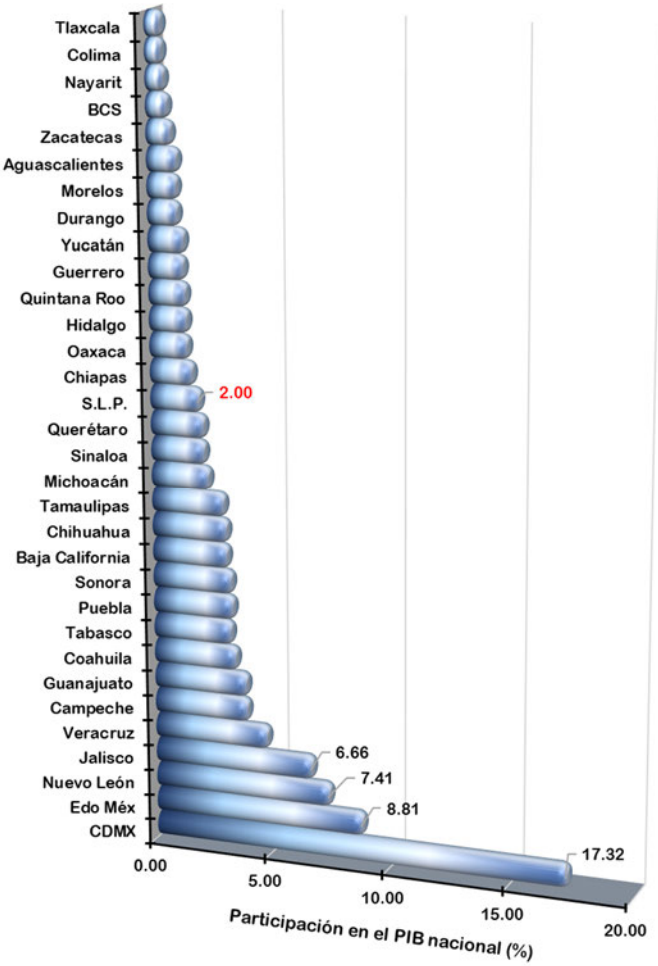
Figura IV.64. Origen de la población migrante del estado de San Luis Potosí registrada en los consulados de México en los EE. UU. entre el 2015 y 2020.

Es claro que el fenómeno migratorio tiene efectos positivos y negativos que impactan a nivel regional, estatal y nacional, en temas culturales, educativos, laborales, políticos y, sobre todo, económicos. Por un lado, a nivel poblacional provoca cambios en la estructura, dinámica y tamaño de los hogares, cambios en la forma de vida de la población, altera las estructuras demográficas, por sexo y edades de la población, modificando las tasas de natalidad y mortalidad entre regiones receptoras y expulsoras, y la fuerza laboral entre regiones. Por otro lado, es innegable el beneficio que representan las remesas como soporte económico, no solo de las familias receptoras sino también en la economía regional, estatal y nacional.

IV.3.3.6 Economía regional

IV.3.3.6.1 Comportamiento del Producto Interno Bruto

La gran actividad industrial y comercial de los estados del centro del país, principalmente de la Ciudad de México y del Estado de México, funcionan como un motor del desarrollo económico nacional desde hace décadas. Esto se ve reflejado en la participación que estas entidades federales tienen en la generación del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. De acuerdo con información del INEGI (ver: https://www.inegi.org.mx/app/tmp/tabuladoscn/default.html?tema=PIBE), entre la Ciudad de México, Estado de México y Nuevo León generaron en promedio el 33.54% del PIB entre el 2010 y el 2020, con una participación del 17.32, 8.81 y 7.41%, en el orden antes citado (Figura IV.71). Mientras que, por otro lado, el estado de San Luis Potosí se encuentra en el lugar 18 en cuanto a su participación nacional en la generación del PIB nacional, aportando el 2.00% de éste.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en:
https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/default.html#Tabulados.

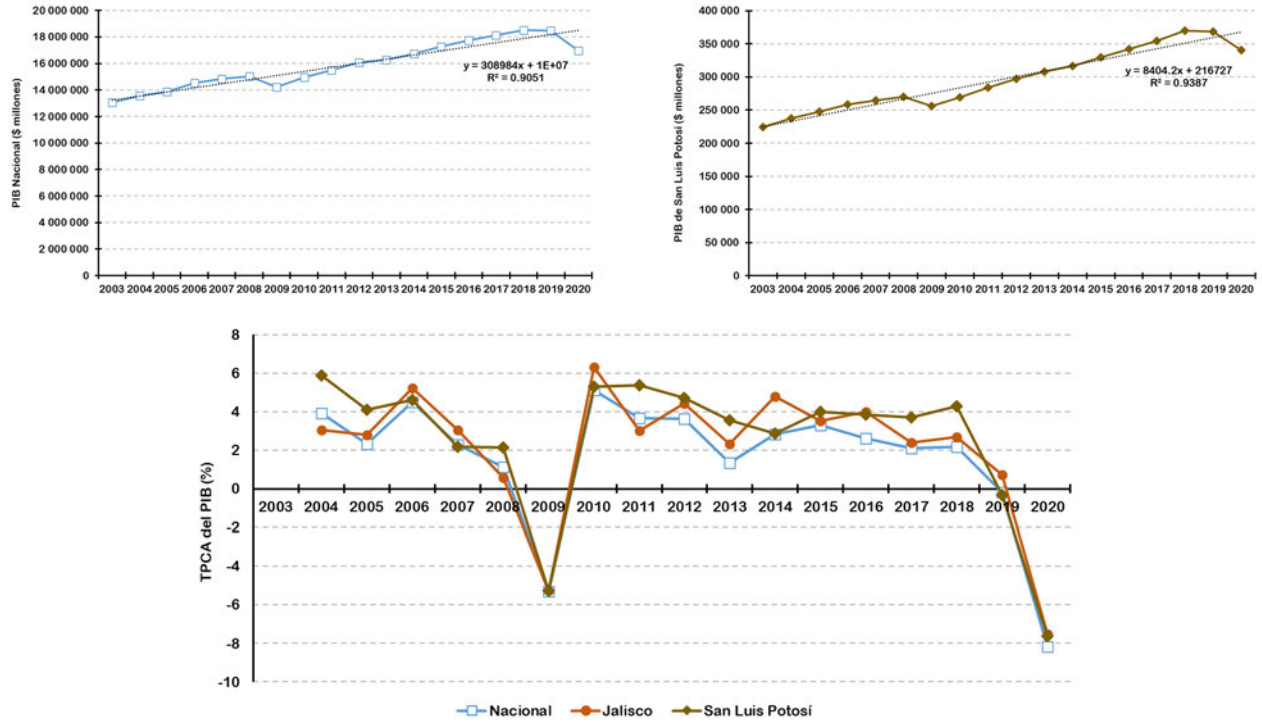
Figura IV.65. Participación promedio de 2010 al 2020, por entidad federativa, en la generación del PIB nacional, con valores constantes y cifras preliminares para el 2020.

Considerando valores constantes y registros del PIB un poco más atrás para poder apreciar algunos efectos anteriores, el crecimiento del PIB nacional del 2006 al 2020 tuvo un comportamiento lineal con una caída en el 2009 debido, muy probablemente, a el efecto de la crisis de 2008. En el 2010 mostró una recuperación, la cual no fue suficiente para retomar el ritmo que traía previo a la crisis y, si bien en el 2012 y 2013 se logró su estabilización, con una caída en su TCPA en 2013, es entre el 2015 y 2016 que se empieza a querer alcanzar la tendencia que se traía previo a la crisis del 2008, lo cual se manifiesta con los datos preliminares de 2017 (Figura IV.72). Lo antes mencionado se refleja en la tasa de crecimiento anual a valores constantes entre el 2009 y el 2017, en la que tuvo un crecimiento promedio del 2.2%, cuando entre el 2003 y el 2008 la tasa promedio anual para el mismo valor fue del 2.8%. La Figura IV.72 deja ver que a partir del 2008 el PIB nacional sufrió un cambio en la tendencia de su crecimiento, cayendo en el 2009 a -5.3%, la cual daba signos más alentadores para los años sucesivos. Sin embargo, con el arribo de la pandemia del SARS-CoV-2 que inició en el 2019, y continua en este 2022, provocó un impacto en la economía

mundial, lo cual se ve reflejado igualmente en la economía nacional, generando una gran caída del PIB llegando a ser su TPCA de -8.2% para el año 2020.

Un comportamiento muy similar al nacional es el que ha tenido el PIB del estado de Jalisco, como estado vecino y de comparación, pero con mejores valores a nivel estatal. Previo a la crisis del 2008, entre el 2003 y el 2008 el estado tenía una tasa anual promedio a valores corrientes de 2.8%, pero en el 2009 ésta cayó a -4.2% (Figura IV.72). Entre el 2010 y 2018 se tuvo un crecimiento con ligeras variaciones, con una caída poco significativa en la TCPA en 2016, recuperando su tendencia que traía previo al 2008, sin embargo, la pandemia del COVID-19 ha ocasionado una caída ligeramente menor en su TPCA a la nacional, siendo esta del -7.0%.

Un comportamiento muy similar al nacional es el que ha tenido el PIB del estado de San Luis Potosí, y Jalisco como estado vecino y de comparación, pero con mejores valores a nivel estatal. Previo a la crisis del 2008, entre el 2003 y el 2008 el estado tenía una tasa anual promedio a valores corrientes de 3.8%, pero en el 2009 ésta cayó a -5.3% (Figura IV.72). Entre el 2010 y 2018 se tuvo un crecimiento con ligeras variaciones, con una caída poco significativa en la TCPA en 2014, incluso superando la tendencia que traía previo al 2008, sin embargo, la pandemia del COVID-19 ha ocasionado una caída ligeramente menor en su TPCA a la nacional, siendo esta del -7.6%.

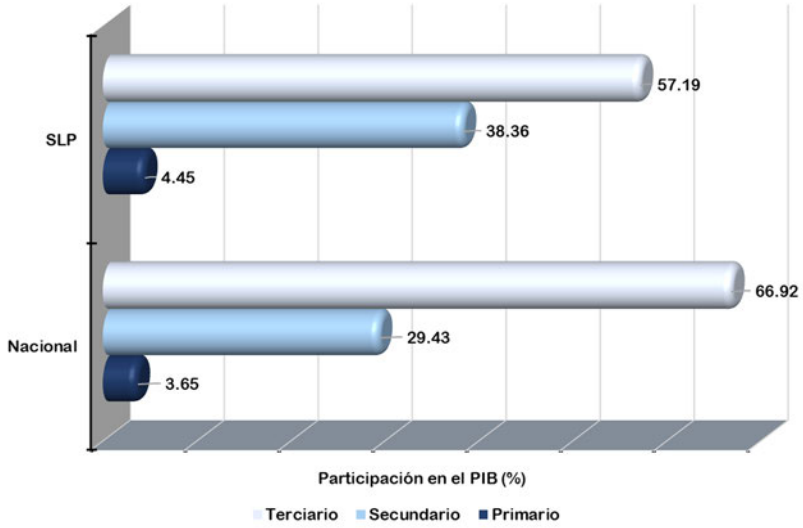


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en:
https://www.inegi.org.mx/app/tmp/tabuladoscn/default.html?tema=PIBE

Figura IV.66. Comportamiento del PIB a valores constantes a nivel nacional y del estado de San Luis Potosí, y su tendencia de crecimiento entre 2003 y 2020. Con cifras revisadas (2009) y preliminares (2020).

Con base en la información preliminar del 2020, el sector terciario, relacionado con las actividades de comercio, comunicaciones, finanzas, salud, educación, investigación, turismo, hostelería, cultura, espectáculos y administración

pública, es el que más aporta al PIB nacional, siendo significativamente menor su aporte en el estado de San Luis Potosí, representando el 66.92 y 57.19%, en el orden antes citado (Figura IV.73). En ambas entidades, el sector primario es el que menos aporta a su PIB, siendo ligeramente mayor la contribución de este sector a nivel estatal que a nivel nacional (4.45 vs 3.65%, en el orden antes citado).

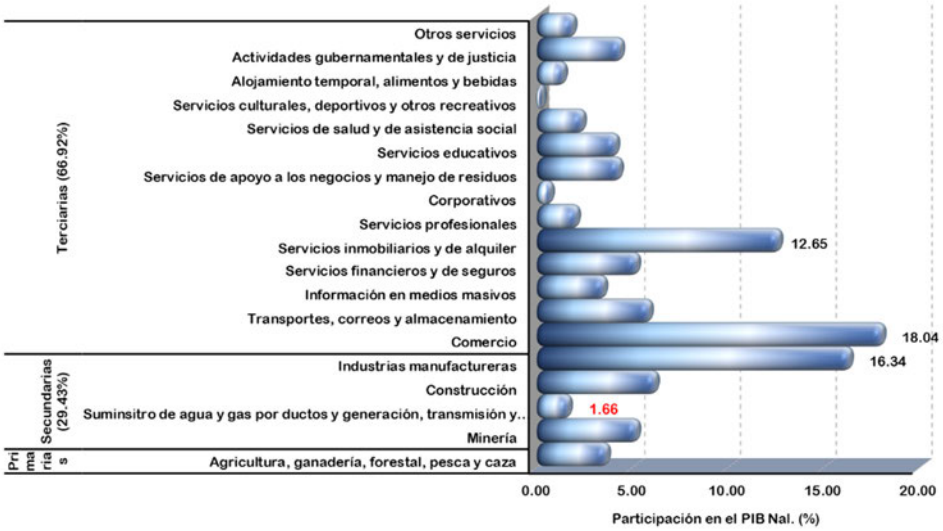


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en:
https://www.inegi.org.mx/app/tmp/tabuladoscn/default.html?tema=PIBE

Figura IV.67. Participación de los sectores productivos en el PIB nacional y del estado de San Luis Potosí para el año 2020 (con información preliminar), para valores constantes.

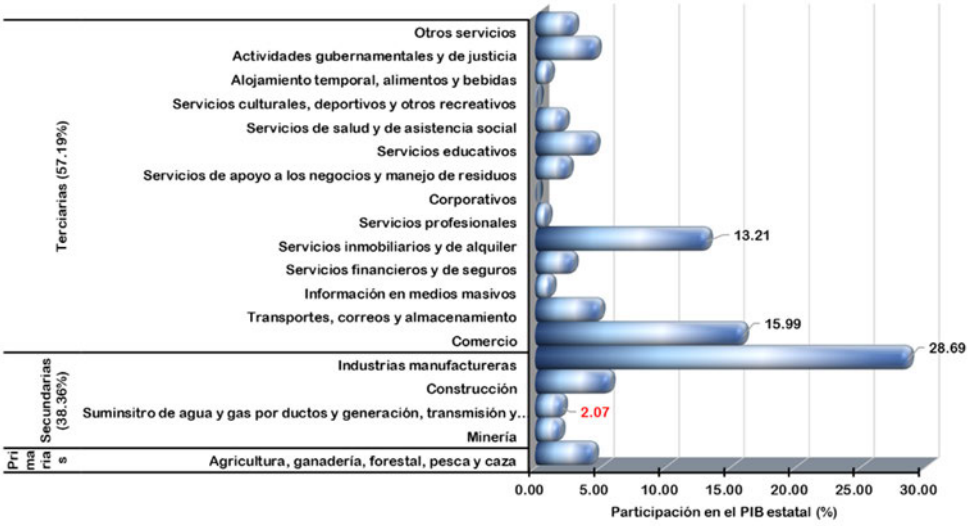
De acuerdo con información del INEGI (ver: https://www.inegi.org.mx/app/tmp/tabuladoscn/default.html?tema=PIBE), en el 2020 se encontró una participación similar de las actividades productivas en la generación de PIB a nivel nacional y estatal (Figuras IV.74 y IV.75). Mientras que a nivel nacional el comercio, la industria manufacturera y los servicios inmobiliarios y de alquiler fueron los que tuvieron una mayor participación con el 18.04, 16.34 y 12.65%, en el mismo orden. Y, a nivel estatal, las actividades productivas que tuvieron mayor participación fueron la industria manufacturera, el comercio, estas dos solo invierten el orden, y los servicios inmobiliarios y de alquiler (28.69, 15.99 y 13.21% del PIB total estatal).

Aquí hay que destacar que, el Estado es más dependiente de sus tres principales actividades productivas que lo que es el país, ya que a nivel estatal éstas representan el 57.90% del PIB total y, a nivel nacional solo el 47.03% del PIB.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en:
https://www.inegi.org.mx/app/tmp/tabuladoscn/default.html?tema=PIBE

Figura IV.68. Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB nacional para el año 2020 (con información preliminar), en valores constantes.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en:
https://www.inegi.org.mx/app/tmp/tabuladoscn/default.html?tema=PIBE

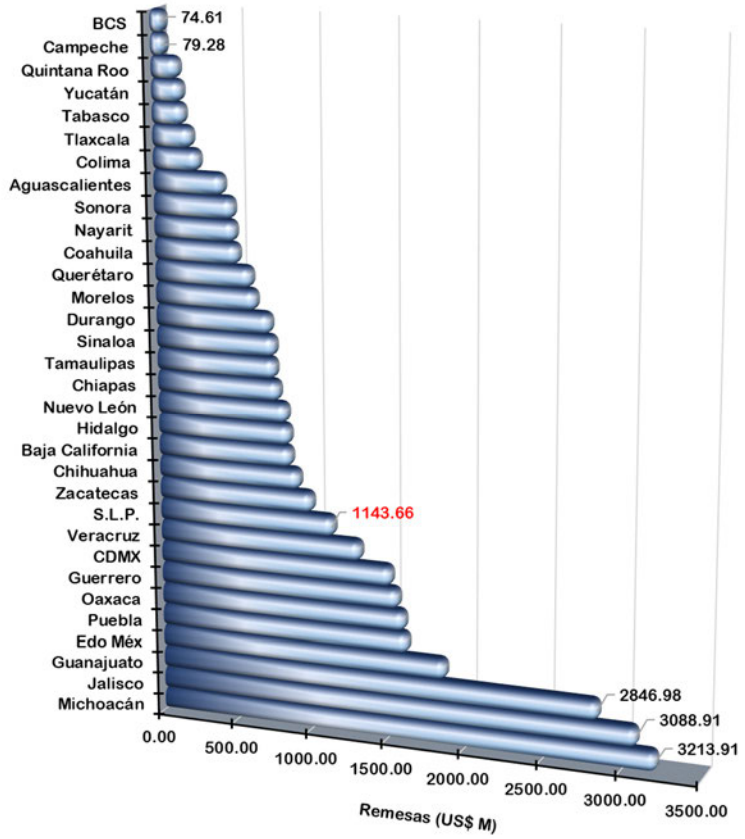
Figura IV.69. Participación de las actividades productivas, por sector, en la generación del PIB en el estado de San Luis Potosí para el año 2020 (con información preliminar), en valores constantes.

La participación del servicio de distribución de gas, tanto a nivel nacional como estatal, se encuentra valorada en la categoría denominada “Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por

ductos al consumidor final", por lo que no es posible evaluar la participación de la actividad objetivo del presente proyecto en el PIB. Sin embargo, aún con base en lo antes mencionado, se puede ver que el rubro en el que se contempla la distribución de gas tiene un importante papel en ambas entidades, siendo ligeramente superior a nivel estatal representando el 2.07% del PIB total, cuando a nivel nacional este es de 1.66%.

IV.3.3.6.2 Participación de las remesas en la economía

Normalmente se asocian los ingresos netos por concepto de remesas a la economía de una región con base al nivel de inmigrantes de la población de la región misma. Si la correlación anterior fuera positiva y significativa, se esperaría que los ingresos netos de remesas de localidades con mayor número de emigrantes, como es el caso del estado de Guanajuato, Jalisco y Michoacán fueran superiores a los captados por otras entidades con menor número de población migrante. Sin embargo, esto no siempre es así, en el periodo 2015 – 2020 el estado de Guanajuato fue la entidad que registró mayor cantidad de emigrantes internacionales, pero, a pesar de ello, ocupó el tercer lugar en ingresos de remesas promedio anual en el periodo indicado ($2,846.98 millones de dólares) (Figura IV.76). Caso contrario resultó ser el de los estados de Jalisco y Michoacán, quienes ocuparon los lugares 2° y 3° en número de emigrantes internacionales, respectivamente, y ocuparon los dos primeros sitios en cuanto a captación de remesas promedio anual con $3,213.91 millones de dólares promedio anual para Michoacán y $3,088.91 millones de dólares promedio anual para Jalisco, esto con información del Banco de México, en https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE100&sector=1&locale=es.



Fuente: Elaboración propia con información del BANXICO, en:
http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE100

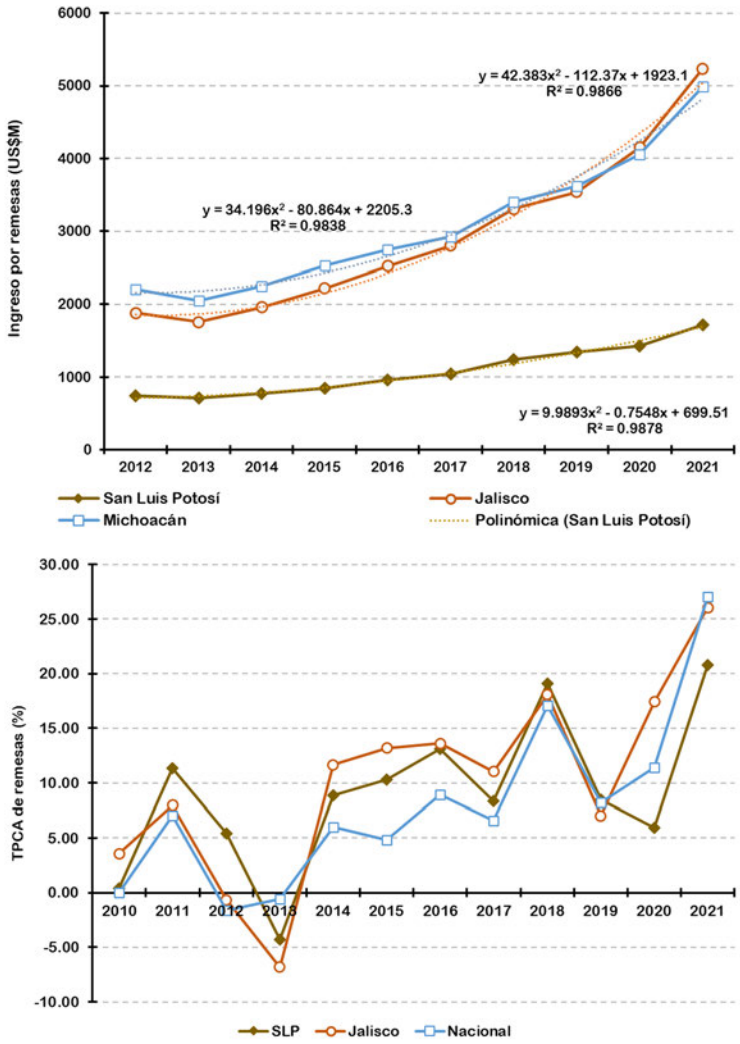
Figura IV.70. promedio anual de remesas, por entidad federativa, en el periodo 2015 – 2020.

Los estados de Michoacán y Jalisco han sido entidades que históricamente han recibido grandes cantidades de remesas provenientes principalmente de los migrantes que viven en los EE. UU. En promedio, los ingresos de remesas en estos estados representan el 10.08% y el 9.69% de los ingresos nacionales, para Michoacán y Jalisco, respectivamente, esto en el periodo 2015 – 2020. En este rubro, el estado de San Luis Potosí se encuentra en la posición 10 en cuanto al ingreso de remesas, recabando el 3.59% del total que ingresa por este concepto a nivel nacional.

Abriendo un poco más el periodo de análisis para tener una mayor visualización del comportamiento de los ingresos nacionales por remesas, se puede ver que del 2010 al 2021 se tiene una TPCA promedio de ingresos de remesas a nivel nacional y en Jalisco, como un estado vecino y de gran recepción de remesas históricamente, del 6.17 y 8.74%, respectivamente. A nivel nacional, el comportamiento de la TPCA ha tenido ligeras variaciones, en las que resalta la caída en el crecimiento del 2013, la cual fue más significativa en el estado de Jalisco (-0.60% vs -6.82%, respectivamente), y su gran salto que dio en el 2018 y 2021, previo el mayor descenso en su recaudación del 2019 - 2020 (Figura IV.77).

El estado de San Luis Potosí muestra un comportamiento en el ingreso de sus remesas similar al mostrado a nivel nacional y en el estado de Jalisco, con las diferencias de que la caída en sus ingresos en el 2013 fue menos

pronunciada que en Jalisco, pero mayor a la nacional. En el 2018 se tuvo un gran incremento en sus ingresos después de venir de unos años con ligeros altibajos. Del 2018 al 2020 se tuvo caída en ritmo de crecimiento de la captación de ingresos, tal vez por efecto del paro de actividades laborales a nivel mundial por efecto de la pandemia del SARS-CoV-2, mostrando una significativa mejora en el último año.



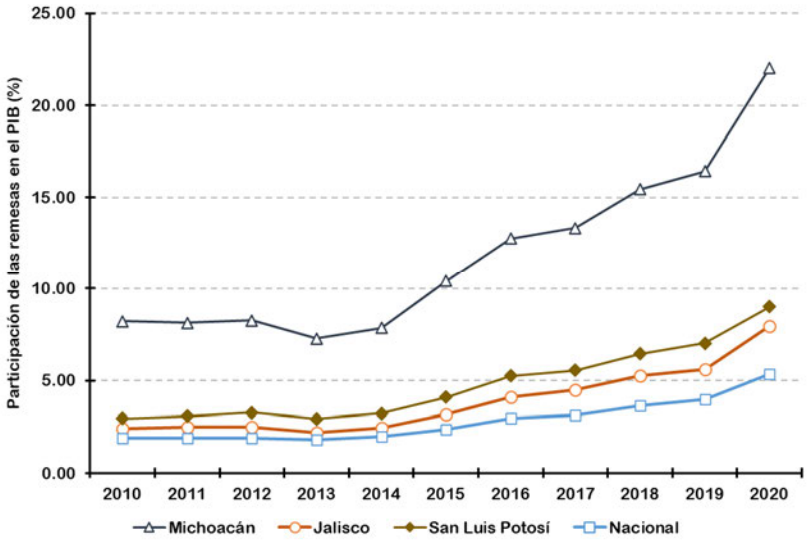
Fuente: Elaboración propia con información del BANXICO, en:
http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE100

Figura IV.71. Comportamiento de los ingresos por de remesas entre el periodo 2010 – 2020 en el estado de San Luis Potosí, nacional y en el estado de Jalisco.

Las remesas tienen una gran importancia en la economía nacional, sin embargo, de acuerdo con Fernández y del Carpio (2014), éstas tienen un mayor impacto a nivel regional, estatal y local. A la proporción de remesas respecto al PIB de las entidades se le conoce como "indicador de dependencia de remesas" y, en este rubro, el país tuvo un indicador promedio de 2.81% para el periodo del 2010 al 2020, con un rango que va del 1.82 al 5.37% (Figura IV.78). El estado de Michoacán, el de mayor ingreso de remesas, resultó con un indicador de dependencia de remesas del

11.83%, lo que significa que este estado tiene una fuerte inyección de recursos provenientes de los migrantes internacionales; mientras que el de Jalisco, el segundo en cuanto ingreso de remesas, es de 3.87%, lo que significa que su participación en la economía estatal es menor al que se tiene en Michoacán, pero mayor a nivel nacional. Por otro lado, es notorio el incremento en la dependencia a las remesas en el estado de Michoacán a partir del 2015 que ha pasado de 10.42% a 22.04%, valor máximo alcanzado en el 2020.

En este rubro, el indicador de la dependencia a las remesas mostrado por el estado de San Luis Potosí es en promedio del 4.80%, menor que el del estado de Michoacán, pero superior al de Jalisco y el del país. La dependencia de las remesas en la economía estatal ha venido incrementando de manera constante a partir del 2013, año en que fue del 2.93%, hasta el 2020 cuando alcanzó un valor del 9.00%, sin que sufriera una caída en su participación en los años intermedios.

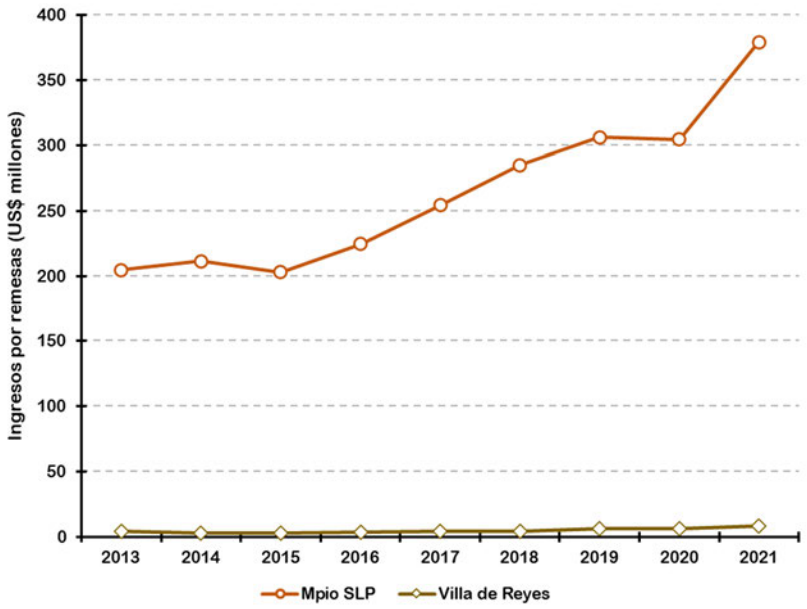


Fuente: Elaboración propia con información del BANXICO, en:
http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE100

Figura IV.72. Indicador de dependencia de remesas (remesas recibidas como porcentaje del PIB) para el periodo 2010 – 2020 en las entidades seleccionadas.

De acuerdo con la información presentada por BANXICO (ver: https://www.banxico.org.mx/SieInternet/), los ingresos por remesas a nivel municipal han sido mayores en el municipio de San Luis Potosí que en el Villa de reyes, mostrando un incremento constante a partir del 2015, solo con una ligera caída en el 2020, logrando recuperarse en el 2021, año que se tuvo un incremento significativo (Figura IV.79). Los ingresos de remesas en el municipio de San Luis Potosí han ido de US$203.10 millones a US$378.97 millones anuales entre 2013 y 2021, llegado ser entre el 22.01, en 2021, y el 28.99%, en el 2013, de los ingresos totales de remesas del estado, con la salvedad que a través de los años ha venido disminuyendo su participación a nivel estatal.

Por otro lado, los ingresos de remesas del municipio de Villa de Reyes han sido mucho menores, yendo de US$3.01 millones en el 2014 a los US$8.50 millones en el 2021, teniendo una baja participación a nivel estatal, representando el 0.44% de los ingresos estatales entre el 2013 y el 2021.



Fuente: Elaboración propia con información del BANXICO, en: https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=1&accion=consultarCuadro&idCuadro=CE166&locale=es.

Figura IV.73. Comportamiento de los ingresos de remesas en los municipios que forman parte de la conformación del SAR del proyecto y en el estado de San Luis Potosí para el periodo 2013 – 2021.

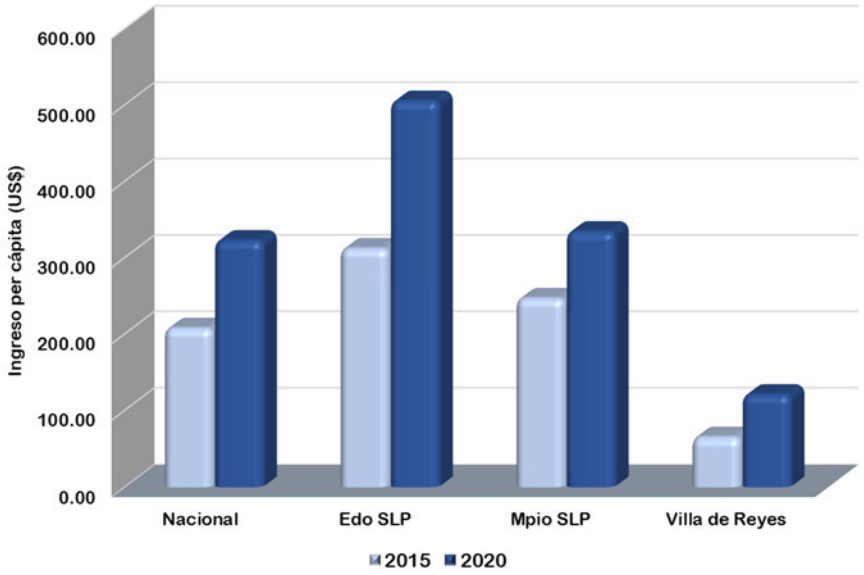
A nivel del ingreso familiar, las remesas tienen una relevante participación en su capitalización. Según lo mencionado por Salas (2009), hay autores que consideran que los ingresos a través de las remesas ayudan a separar y a hacer más grande la brecha de pobreza en los hogares del medio rural, debido a que las familias que reciben remesas diversifican e incrementan sus ingresos económicos. Sin embargo, también se debe de tomar en cuenta que estos ingresos provenientes del trabajo en el extranjero llegan indirectamente a las familias que no tienen familiares migrantes.

De acuerdo con el autor arriba citado, las remesas llegaron a representar un 37.5% de los ingresos en aquellos hogares que reciben remesas, siguiéndoles los ingresos obtenidos por salarios (33.6%) y, en tercer sitio se ubicaron los ingresos por el valor de las cosechas. Por el contrario, en los hogares que no reciben remesas los ingresos por salarios recibidos representaron el 79.3% del ingreso familiar, siguiéndole muy por debajo los ingresos por renta empresarial (6.8%). En este mismo estudio, el autor encontró que las remesas son ampliamente invertidas en la construcción y remodelación de casas y en la adquisición de automotores.

Para poder magnificar la distribución de las remesas que llegan a nivel de entidad, se debe analizar la forma como llegan a variar a nivel poblacional. En este caso, para poder magnificar el impacto de las remesas en las entidades involucradas en el desarrollo del proyecto se tomó en cuenta el ingreso per cápita de remesas entre la población nacional, estatal y a nivel municipal. Con base en las bases de datos de los censos poblacionales disponibles y de ingresos de remesas, se consideraron los resultados del conteo de población y vivienda de 2015 y el censo de población y vivienda del 2020, así como el ingreso de remesas de esos mismos años.

De los resultados obtenidos se puede observar que el ingreso per cápita de las poblaciones consideradas en el análisis, se puede ver que incrementó entre un 35.52% y 86.16% entre el 2015 y el 2020, siendo mayor el incremento per cápita en la población del municipio de Valle de Reyes y el menor en el municipio de San Luis Potosí (Figura IV-80). En términos monetarios, mientras en Valle de Reyes el ingreso per cápita de remesas pasó de ser US$64.64 anuales por habitante en el 2015 a US$120.33 por habitante en el 2020, en el municipio de San Luis Potosí los resultados fueron US$246.41, en el 2015, y US$333.95 anuales en el 2020.

El ingreso per cápita en el municipio de San Luis Potosí fue similar al ingreso per cápita obtenido a nivel nacional en ambos años, pero menor a los valores obtenidos a nivel del estado de San Luis Potosí, donde en el 2015 se logró un ingreso per cápita de US$311.80 anuales y, en el 2020 incrementó a US$504.99.



Fuente: Elaboración propia con información del BANXICO e INEGI.

Figura IV.74. Ingreso per cápita de remesas con base en el conteo poblacional del 2015 y el censo poblacional del 2020 y los ingresos de remesas reportados por el BANXICO en los años de referencia.

IV.3.3.7 Educación

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) anualmente presenta los resultados de su evaluación del desempeño de los sistemas educativos de los países miembros y los asociados. México, como país miembro de la Organización, es monitoreado y evaluado en su desempeño considerando los grandes temas: logro educativo, competencias y participación en el mercado laboral; equidad en la educación y el mercado laboral; financiamiento de la educación; la profesión docente; educación superior y posgrado (terciaria), y la educación de preescolar a media superior.

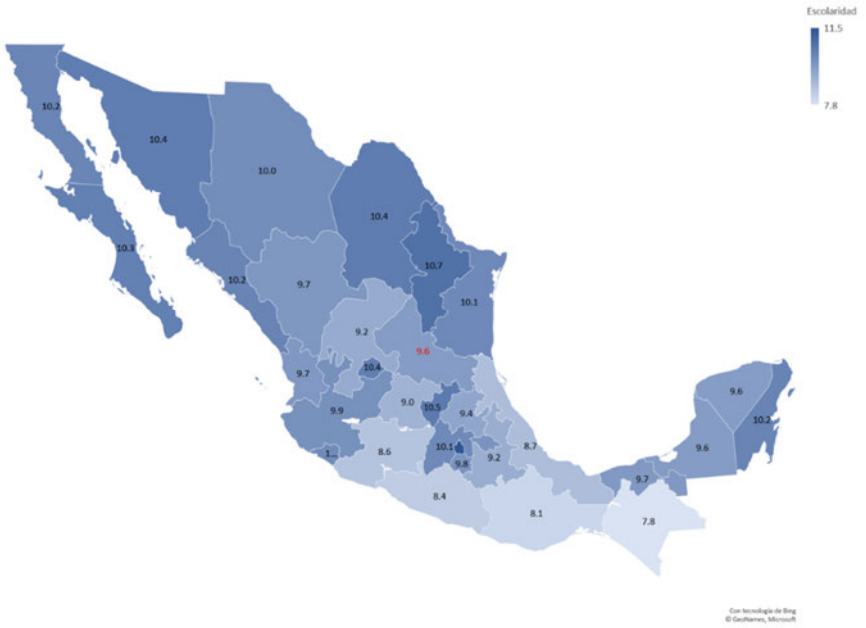
Respecto a los temas relacionados con el logro educativo y de la educación preescolar a la educación media superior y educación terciaria, México ha mostrado un significativo avance, pero sin llegar al nivel promedio de los países

miembros de la OECD ni de los países miembros de la Comunidad Económica Europea considerados (EU, por sus siglas en inglés). De 1997 al 2008, la población mexicana con estudios por debajo de la secundaria tuvo una tasa promedio anual de crecimiento de la población de -0.8%, con estudios superiores a los de secundaria (pero sin llegar a superior) del 1.9% y con educación superior del 1.8%; cuando el promedio de los países miembros de la OECD fue del -3.2, 0.8 y 3.4%, en el mismo orden (OECD, 2010).

Para el año 2019, la OECD (2021) reporta que de la población mexicana de adultos que habían ido a la escuela, 10% no terminaron la primaria, 15% tenían nada más la primaria, 27% habían completado hasta la secundaria, 22% habían logrado estudios superiores a la secundaria sin llegar a estudios superiores, 17% alcanzaron estudios superiores, solo 2% con estudios de maestría y el porcentaje restante corresponde a otros niveles. Comparando con el promedio de los países de la OECD se tienen valores del 2, 5, 14, 37, 18, 14 y 1%, para los rubros antes citados, en el mismo orden. El porcentaje de las personas de 25 a 34 años con educación superior aumentó 8% entre 2010 y 2020 (de 17% a 25%), en tanto que el promedio en los países de la OECD aumentó en 7 puntos porcentuales (de 32% a 39%).

De lo anterior se puede ver que, si bien a nivel nacional se han tenido avances en temas educativos, aún se tienen rezagos, entre los que sobresale la alta proporción de la población que no tiene mínimamente estudios de primaria, así como la baja proporción de habitantes con nivel de maestría.

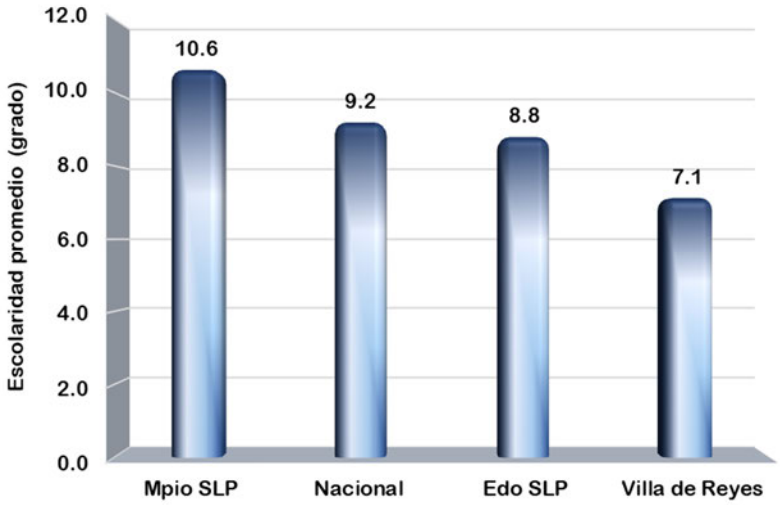
De acuerdo con los resultados obtenidos en el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2020 (ver: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados), a nivel nacional se obtuvo un nivel de escolaridad de 9.7 años promedio, considerando la población total mayor de 15 años (Figura IV.81). En este análisis, el estado de San Luis Potosí se encuentra casi igual al promedio nacional con 9.6 años lectivos, siendo el onceavo estado con menor nivel de escolaridad a nivel nacional, estando por debajo los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Veracruz, con 7.8, 8.1, 8.4, 8.6 y 8.7 años lectivos entre su población mayor de 15 años, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados

Figura IV.75. Grado promedio de escolaridad de la población estatal mayor a 15 años de acuerdo con la información del censo de población y vivienda del 2020 realizado por el INEGI.

A falta de información de escolaridad a nivel municipal del censo de población y vivienda del 2020 para los municipios del estado que se encuentran formando parte del SAR, se presenta los resultados que arrojó el conteo de población y vivienda realizado por el INEGI en el 2015 (ver página web: https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/). Para ese entonces, el municipio de San Luis Potosí tenía un nivel de escolaridad superior al alcanzado a nivel nacional y estatal, es decir 10.6 años lectivos contra 9.2 y 8.8, y, por lo contrario, el municipio de Villa de Reyes la menor escolaridad con solo 7.1 años lectivos, menor, incluso, que el alcanzado por el estado de Chiapas en ese año (7.3 años lectivos) (Figura IV.82).

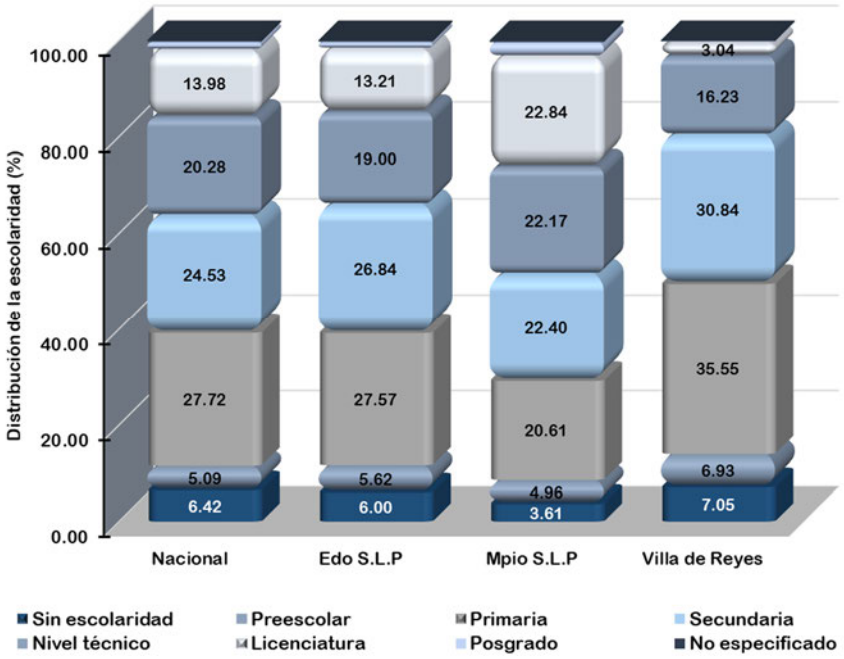


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/

Figura IV.76. Nivel promedio de escolaridad de la población mayor a 15 años nacional y en los municipios en la conformación del SAR de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2015.

De acuerdo con la información del INEGI (ver: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/), la escolaridad de la población a nivel nacional y la del estado de San Luis Potosí tiene una distribución un tanto similar tomando en consideración cada uno de los niveles de educación (Figura IV.83). La mayor diferencia estuvo en la población con secundaria y estudios medios superiores donde el estado resultó con 2.31% más de población con secundaria y 1.28% menos de población con estudios medios superiores, rubros que fueron mejorados por los obtenidos en el municipio de San Luis Potosí.

El nivel de escolaridad del municipio resultó mejor en el municipio de San Luis Potosí desde el tener menor población sin escolaridad con solo el 3.61%, cuando a nivel nacional y estatal esta fue de 6.42 y 6.00%, siendo aún mayor en el municipio de Villa de Reyes (7.05%). El municipio de San Luis Potosí también sobresale en el porcentaje que alcanza en su población que tiene una carrera profesional terminada y con estudios de posgrado, sobre todo en este último supera en 8.86% al obtenido a nivel nacional y en 9.63% al estatal. Por el contrario, el municipio de Villa de Reyes, además de tener el porcentaje más elevado de su población sin escolaridad, su población predomina por tener un nivel de escolaridad de secundaria y un nivel técnico, sumando entre estos dos rubros el 66.39%.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

Figura IV.77. Distribución del nivel de escolaridad de la población mayor de 15 años a nacional, estatal y de los municipios inmersos en SAR de acuerdo con la información intercensal presentada por el INEGI para el 2020.

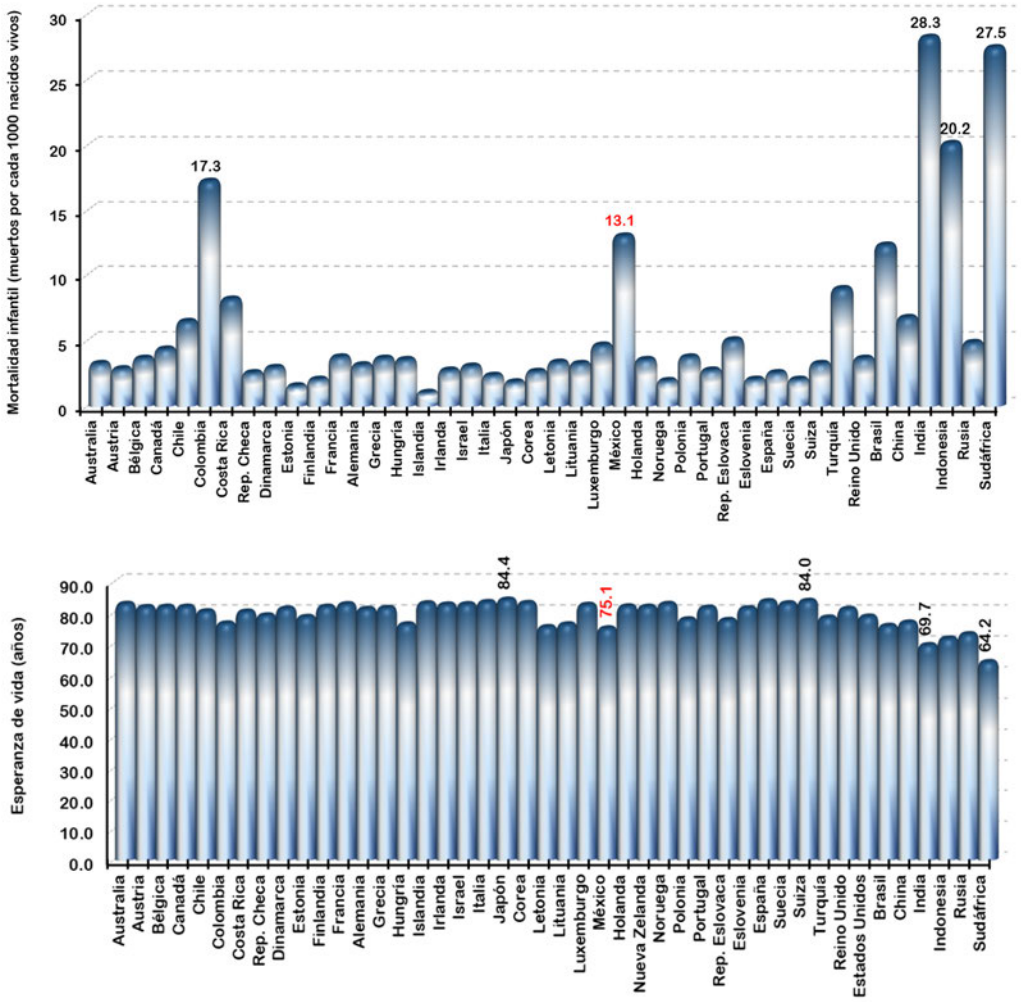
IV.3.3.8 Salud

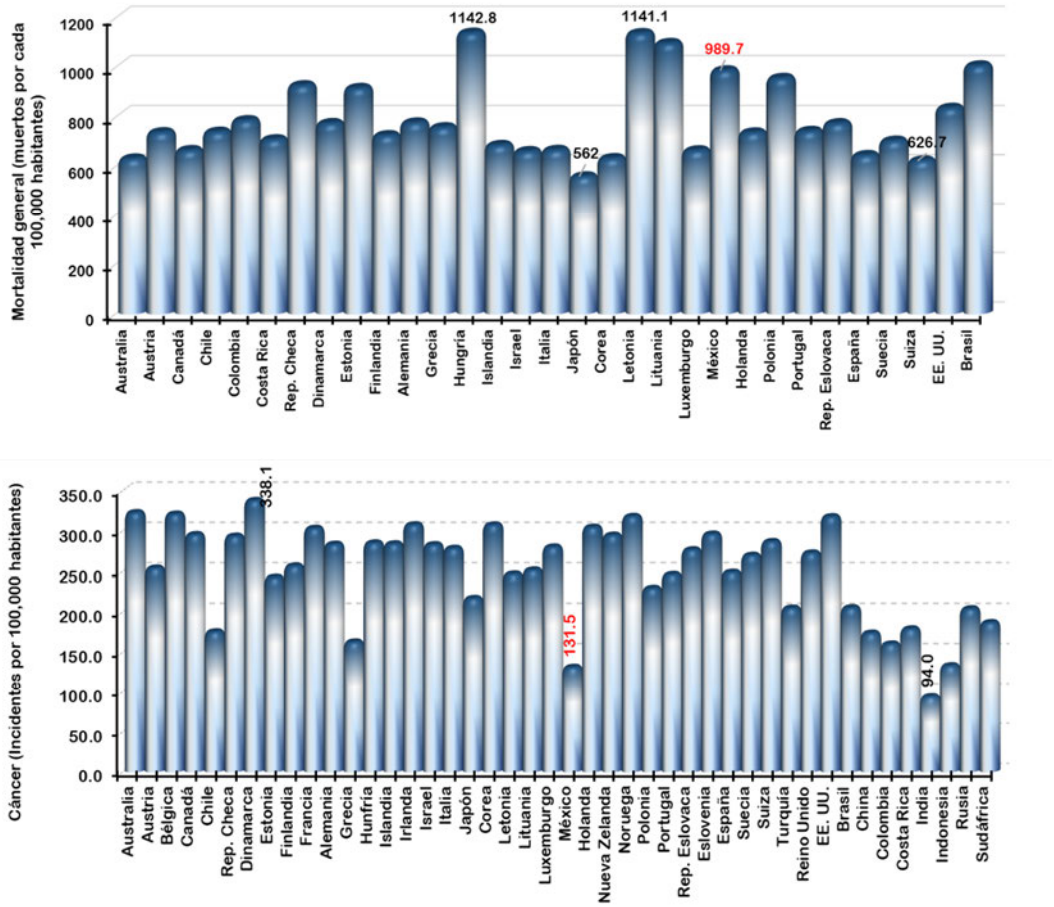
Todas las poblaciones de seres vivos tienen como característica que son dinámicas, cada una con sus limitaciones, patrones, problemáticas y objetivos específicos. Debido a esta característica, se espera que para el año 2030 el 60% de la población humana a nivel mundial viva en zonas urbanas, cuando en el 2000 ésta representaba el 47% (UN, 2006). En México este recambio poblacional ha sido mayor ya que para el 2010 la población rural representaba solamente el 20.2% de la total (FAOSTAT, 2018). Sin embargo, hay que reconocer la diferencia entre la información de la FAO y del INEGI donde la de la FAO representa una población mayor entre 3 y 5 millones de pobladores totales a los reportados por el INEGI en sus censos directos e intercensales.

El movimiento poblacional no planeado trae como consecuencia el crecimiento urbano desordenado y, muchas veces, con problemas de hacinamiento y falta de servicios públicos básicos impactando la salud de la población (Soto-Estrada et al., 2016). Ante este tipo de fenómenos, es prioritario diseñar e implementar programas y medidas sanitarias que ayuden a mitigar la morbilidad y mortalidad en la población. En este rubro, México ha tenido un gran progreso, sin embargo, aún faltan cosas por hacer como se ve cuando se analizan y comparan indicadores como esperanza de vida al nacer, esperanza de vida a los 65 años, tasa de mortalidad infantil y muertes por cáncer con respecto a otros países.

De acuerdo con información de la OECD, disponible en su página de internet https://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=HEALTH_STAT, en el 2019 México ocupó el 5° lugar en lo que

respecta a mayor mortalidad infantil entre los 40 de los 44 países miembros y en adhesión de la OECD que reportaron esta variable, con 13.1 muertos por cada 1,000 nacidos vivos, y ocupando el séptimo lugar con la esperanza de vida más baja con 75.1 años contra 84.4 años de Japón y, en el 2017 tuvo el 5° con mayor mortalidad, último año en que se ha reportado (Figura IV.84). Pero, por otro lado, en el 2012 (último año de reporte) ocupó el segundo lugar en la menor incidencia de cáncer maligno entre su población, solo superado por la India, (131.5 vs 94.0 casos por cada 100,000 habitantes).



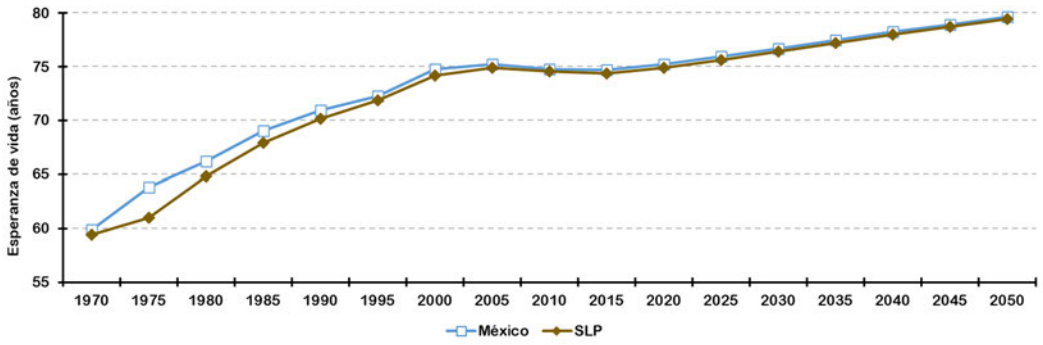


Fuente: Elaboración propia con información de la OECD, en: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=HEALTH_STAT

Figura IV.78. Comparación de los indicadores tasa de mortalidad infantil en el 2019 y esperanza de vida para el 2019, mortalidad general en el 2018, y cáncer maligno en el 2012, en países miembros de la OECD y en adhesión.

La esperanza de vida es uno de los indicadores que ha tenido un cambio significativo con la posibilidad de vivir el doble de años las personas que nacen actualmente con respecto a las de 1930, cuando la esperanza de vida era de 36.9 años (Soto-Estrada et al., 2016). El comportamiento de la esperanza de vida para la población de San Luis Potosí es similar al observado, y proyectado, a nivel nacional según lo muestran las proyecciones de la Secretaría de Salud en su liga en http://sinaiscap.salud.gob.mx:8080/DGIS/, con la mayor diferencia en la menor esperanza de vida en el estado en el año de 1975 cuando fue de 61.01 años, 2.85 años menos que a nivel nacional (Figura IV.85).

La esperanza de vida tuvo mayor incremento de 1970 al 2000, después, las proyecciones del 2015 al 2050 prevén que se tenga un incremento menos significativo, pero constante. La esperanza de vida incrementó en 15.38 años a nivel nacional entre 1970 y el 2020, mientras que para el estado de San Luis Potosí fue de 15.51 años. Y, la proyección es que a nivel nacional solo se incrementen 4.39 años del 2020 al 2050, valor muy similar esperado el estado este valor es de 4.53 años.



Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de salud, en: http://sinaiscap.salud.gob.mx:8080/DGIS/

Figura IV.79. Esperanza de vida al nacer en el estado de Guanajuato y a nivel nacional de 1970 al 2050, con proyección del 2013.

Por otro lado, Soto-Estrada et al. (2016), refirieron que el incremento y dinámica poblacional, más los cambios en hábitos originados por drivers sociales y económicos, en los que se puede incluir mayor poder adquisitivo y cambio en los hábitos de consumo, las causas de muerte se han modificado y actualmente las enfermedades crónicas ocupan los primeros lugares. Ante este nuevo panorama, el gobierno ha tenido que implementar programas para mejorar las condiciones sanitarias de la población, así como en la aplicación de programas específicos de salud, entre los que se pueden mencionar el Programa Ampliado de Inmunizaciones (PAI), el Programa de Vacunación Universal (PVU) y los Programas Nacionales de Control de las Enfermedades Diarreicas y de las Infecciones Respiratorias Agudas.

A nivel nacional, en 1922 las primeras causas de mortalidad correspondían a enfermedades infecciosas o transmisibles, patrón que se conservó hasta los años cincuenta (Soto-Estrada et al., 2016). Es a partir de 1970 que se observó ya un claro patrón en las causas de muerte en el que las enfermedades crónicas o no transmisibles comenzaron a posicionarse en los primeros lugares, entre éstas: enfermedades del corazón, enfermedades perinatales y tumores malignos, situación que ocurre hasta la fecha. A partir del año 2000 la diabetes mellitus se convirtió en la principal causa de muerte en los mexicanos, seguida de enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades del hígado y tumores malignos (Soto-Estrada et al., 2016).

De acuerdo con información de la Secretaría de Salud (ver: https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/2019/principales/nacional/grupo_edad.pdf), en 2020 las enfermedades infecciosas respiratorias, infecciones urinarias e intestinales fueron las principales causas de enfermedad a nivel nacional, con el 50.6, 10.2 y 9.3% de los casos, respectivamente, quedando en cuarto lugar el COVID-19, representando el 5.6% (Tabla IV.30). Mientras que, por otro lado, en el estado de San Luis Potosí esas mismas enfermedades también fueron las de mayor incidencia, en el mismo orden, pero con diferente proporción, 52.4, 10.3 y 8.1%, mientras que el COVID-19 implicó un 6.1%. Así se tiene que, en las dos entidades, las infecciones respiratorias fueron, por mucho, las principales causantes de enfermedades, esto sin incluir en esta clasificación a los casos de COVID-19, también considerada como enfermedad infecciosa respiratoria.

Junto con las enfermedades infecciosas, el estado de San Luis Potosí coincide con 17 enfermedades de las primeras 20 que tienen mayor incidencia a nivel nacional. De las que se tienen en el país que no son causas de padecimientos en San Luis Potosí están las quemaduras, depresión y las intoxicaciones por picaduras de alacrán. Mientras que, por el otro lado, de las presentes en el estado, pero que no están entre las primeras 20 a nivel nacional están el dengue

no grave, los accidentes de autotransportes y las mordeduras de perro, esta última como consecuencia del grave problema de inseguridad que padece el estado.

Tabla IV.27. Veinte principales causas de enfermedades en el 2020, y número de casos, a nivel nacional y en el estado de Guanajuato§.

Padecimiento	Nacional		San Luis Potosí	
	Casos (No.)	Proporción (%)	Casos (No.)	Proporción (%)
Infecciones respiratorias	14'009,837	50.6	367,225	52.4
Infecciones urinarias	2'831,957	10.2	72,257	10.3
Infecciones intestinales	2'581,732	9.3	57,108	8.1
COVID-19	1'563,135	5.6	43,113	6.1
Úlceras gástricas y duodenitis	892,416	3.2	22,574	3.2
Conjuntivitis	556,297	2.0	12,525	1.8
Otitis media aguda	504,670	1.8	17,028	2.4
Vulvovaginitis	453,588	1.6	9,658	1.4
Hipertensión arterial	430,330	1.6	9,640	1.4
Gingivitis y enfermedades periodontales	426,144	1.5	13,537	1.9
Obesidad	378,439	1.4	14,369	2.0
Influenza	374,876	1.4	4,809	0.7
Diabetes mellitus no insulinodependiente (Tipo II)	318,629	1.2	6,609	0.9
Intoxicación por picadura de alacrán	270,103	1.0	---	---
Faringitis y amigdalitis	163,595	0.6	---	---
Neumonías y bronconeumonías	155,936	0.6	3,797	0.5
Asma	127,758	0.5	3,909	0.6
Insuficiencia venosa periférica	127,090	0.5	2,765	0.4
Candidiasis urogenital	118,484	0.4	3,312	0.5
Amebiasis intestinal	113,674	0.4	---	---
Dengue no grave	---	---	3,912	0.6
Accidentes de autotransportes	---	---	3,142	0.4
Quemaduras	980	0.004	---	---
Depresión	1,019	0.004	---	---
Mordedura de perro	---	---	2,787	0.4
Otras	1'289,012	4.7	27,099	3.9
Total	**27'689,701**	**100**	**701,175**	**100**

§ Elaboración propia con información de la Secretaría de Salud, en: https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_nacional.html y https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_estatal_grupo.html.

A) Factores ambientales asociados a la salud poblacional

Prüss-Üstün y Corvalán (2006) encontraron que, en general y a nivel global, factores ambientales fueron causantes de 24% de la carga de morbilidad (expresada en años de vida sana perdidos) y del 23% de los fallecimientos; pero este valor baja a 17% cuando se trata solo de países en desarrollo. La Organización Mundial de la Salud estimó, con base en información del 2012, que a nivel mundial murieron 12.6 millones por vivir o trabajar en ambientes poco saludables (consultada en: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/deaths-attributable-to-unhealthy-environments/es/). Las 10 principales causas de muerte referidas por la OMS relacionadas con el medio ambiente son, en orden de importancia: a) accidentes cerebrovasculares (19.8%); b) cardiopatía isquémica (18.3%); c) lesiones no intencionales (13.5%); d) cáncer (13.5%); e) enfermedades respiratorias crónicas (11.1%); f) enfermedades diarreicas (6.7%); g) infecciones respiratorias (4.5%); h) afecciones neonatales (2.1%); i) paludismo (2.1%), y j) lesiones intencionales (2.0%).

De la lista anterior, la diarrea, el paludismo y las infecciones respiratorias son algunas de las más mortíferas entre los niños menores de cinco años. En los países en desarrollo, el porcentaje de estas tres enfermedades atribuible al medio ambiente representa como promedio el 26% de todas las defunciones de niños menores de cinco años (Prüss-Üstün y Corvalán, 2006).

Los autores antes referidos encontraron que la carga de morbilidad por diarrea está asociada en aproximadamente un 94% a factores de riesgo ambientales, tales como el consumo de agua no potable y el saneamiento y la higiene insuficientes. Las infecciones de las vías respiratorias inferiores están asociadas a la contaminación del aire en locales cerrados debido al uso de combustible sólido en los hogares, la exposición pasiva al humo del tabaco y a la contaminación del aire exterior. Y, por otro lado, el 42% de los casos de neumopatía obstructiva crónica se atribuyó a factores de riesgo ambientales; principalmente por la exposición profesional al polvo y a sustancias químicas, así como la contaminación del aire en locales cerrados por utilización de combustibles sólidos y humo de cigarros en los hogares.

B) Cobertura del servicio médico

Para garantizar el acceso a los servicios médicos existen a nivel nacional cinco principales alternativas: IMSS, creado en 1943; ISSSTE (federal, fundado en 1959, y estatal); el Instituto de Salud para el Bienestar, recientemente creado; PEMEX-DEFENSA-MARINA e, instituciones privadas. Entre éstos, más algunos otros no identificados, cubren entre un 66.12 y 81.85% los servicios de salud de la población municipal en los que incide el proyecto, estatal y nacional (Tabla IV.31). De aquí es de destacar el alto porcentaje de cubertura de los servicios de salud que existen en el estado y los municipios bajo análisis, siendo incluso superiores a los que se tienen a nivel nacional, el cual cubre el 66.12% de la población nacional.

La población estatal afiliada a los servicios de salud es del 81.05%, solo superada por el municipio d San Luis Potosí en cuanto a población con cobertura de servicios de salud. La mayor parte de su población se encuentra afiliadas a los servicios del IMSS (47.97%), seguida del INSABI (41.33%), y el ISSSTE (7.02%).

El municipio de San Luis Potosí es el que tiene un mayor porcentaje de su población afiliada a algún servicio de salud, ya sea a uno o más sistemas, con una cobertura del 81.85% de su población. La mayor parte de su población se encuentra afiliadas a los servicios del IMSS (71.84%), seguida del INSABI (14.93%), y el ISSSTE (8.35%). Ligeramente por debajo de la población asegura de este municipio se encuentra Valle de Reyes, donde el 80.73% de su población cuenta con algún servicio de salud, en el que predomina, al igual que en los casos anterior, la población afiliada al

IMSS (60.73%), seguida por los afiliados al INSABI (36.25%) y muy por debajo los afiliados al ISSSTE (1.49%), siendo, en esta entidad donde hay una menor proporción de afiliados a instituciones privadas de salud (0.79%).

Tabla IV.28. Población con afiliación (%§) a los servicios de salud a nivel nacional y del estado de Guanajuato y los municipios que forman parte del SAR al 2020§§.

Entidad	Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	PEMEX	INSABI	IMSS Bienestar	Privada	Otras	Sin afiliar	No especifica
Nacional	92'582,812	51.03	7.74	1.12	1.29	35.47	1.04	2.82	1.24	35.64	0.47
Edo S.L.P.	2'327,452	47.97	7.02	0.27	0.39	41.33	1.89	2.79	0.46	21.07	0.19
Mpio S.L.P.	750,148	71.84	8.35	0.35	0.38	14.93	0.39	6.25	0.64	21.28	0.28
Villa de Reyes	44,060	60.73	1.49	0.05	0.10	36.25	0.90	0.79	0.35	19.93	0.16

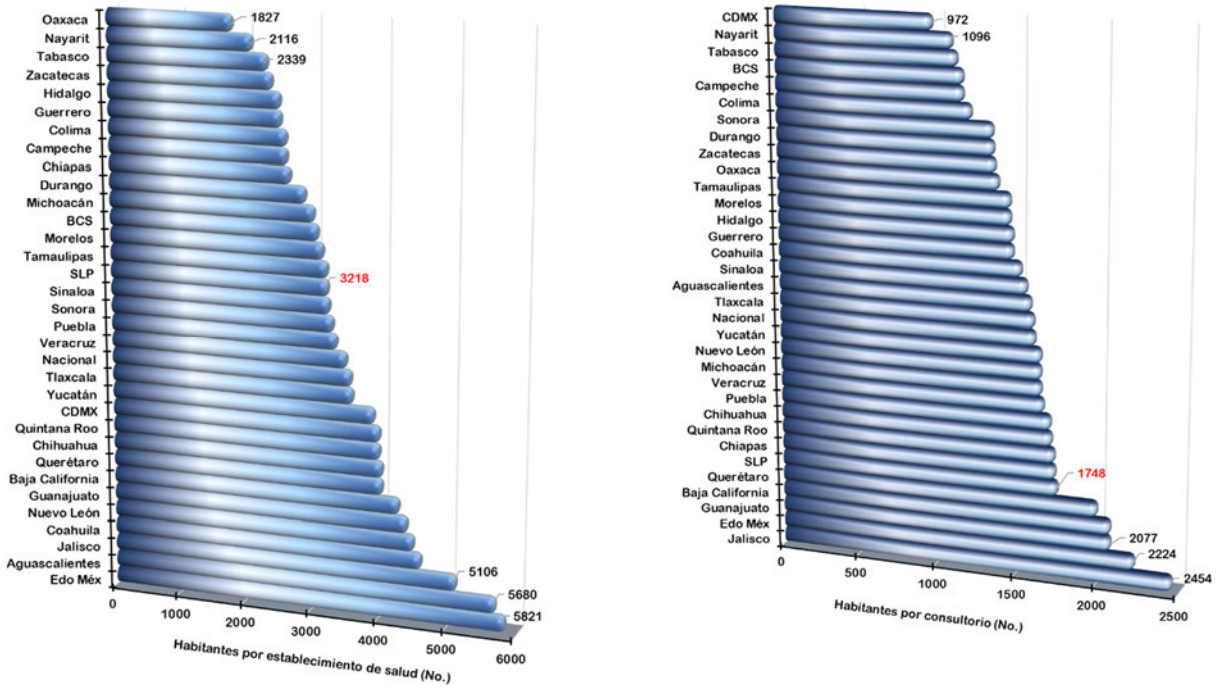
§ La suma de los porcentajes puede ser mayor a 100%, debido a las personas que están afiliadas en más de una institución de salud.

§§ Fuente: INEGI (2020).

Si bien existe una alta proporción de la población del estado afiliada a los servicios de salud que se brindan por las diferentes instancias gubernamentales o privadas, pareciera que aún falta más por hacer para garantizar el servicio a la totalidad de la población, lo que puede ir acompañado con el desarrollo de más infraestructura para ello. Para el año de 2020, la Secretaría de Salud reportó en su página oficial (ver: http://sinaiscap.salud.gob.mx:8080/DGIS/), que el estado de San Luis Potosí contaba únicamente con 877 establecimientos para la atención médica de los habitantes que lo requirieran, esto representa ser el 2.48% de los establecimientos de servicios médicos del país.

Considerando los resultados del censo de población y vivienda del 2020 realizado por el INEGI y el inventario de establecimientos de servicios médicos al mismo año reportado por la Secretaría de Salud, se relacionó el número de habitantes con los establecimientos que prestan servicio médico, como indicador de la factibilidad de recibir atención médica de los habitantes en caso de requerirla. En este caso se consideró el número de establecimientos para brindar el servicio médico y el número de consultorios médicos habilitados. De este modo resultó que a nivel nacional se tenían 3,559 Hab por establecimiento de servicio médico, cuando los estados de Oaxaca, Nayarit y Tabasco son que los que resultaron con menor relación, lo que se puede interpretar como de mayor beneficio para la población, siendo esta de 1,827, 2,116 y 2,339 habitantes por establecimiento de servicio médico, en el orden antes citado (Figura IV.86). En este rubro, el estado de San Luis Potosí resultó tener un valor de 3,218 habitantes por establecimiento de servicio médico, encontrándose cerca del promedio nacional.

Otra de las variables importantes analizadas relacionadas con el sector salud, es la relación del número de consultorios disponibles para atender a la población. En este caso, solo se pudo hacer la relación con base a las existencias del año 2015, ya que no se contaba con la información al 2020, así es como para esta variable, a nivel nacional resultó un valor de 1,605 habitantes por consultorio disponible, teniendo un mejor resultado la CDMX, Nayarit y Tabasco, con valores de 972, 1,096 y 1,125 habitantes por consultorio disponible (Figura IV.86). Los valores más altos fueron los obtenidos en los estados de Jalisco, Estado de México y Guanajuato con 2,454, 2,224 y 2,077 habitantes por consultorio disponible, mientras que el estado de San Luis Potosí obtuvo la sexta relación más alta con 1,748 habitantes por consultorio disponible.



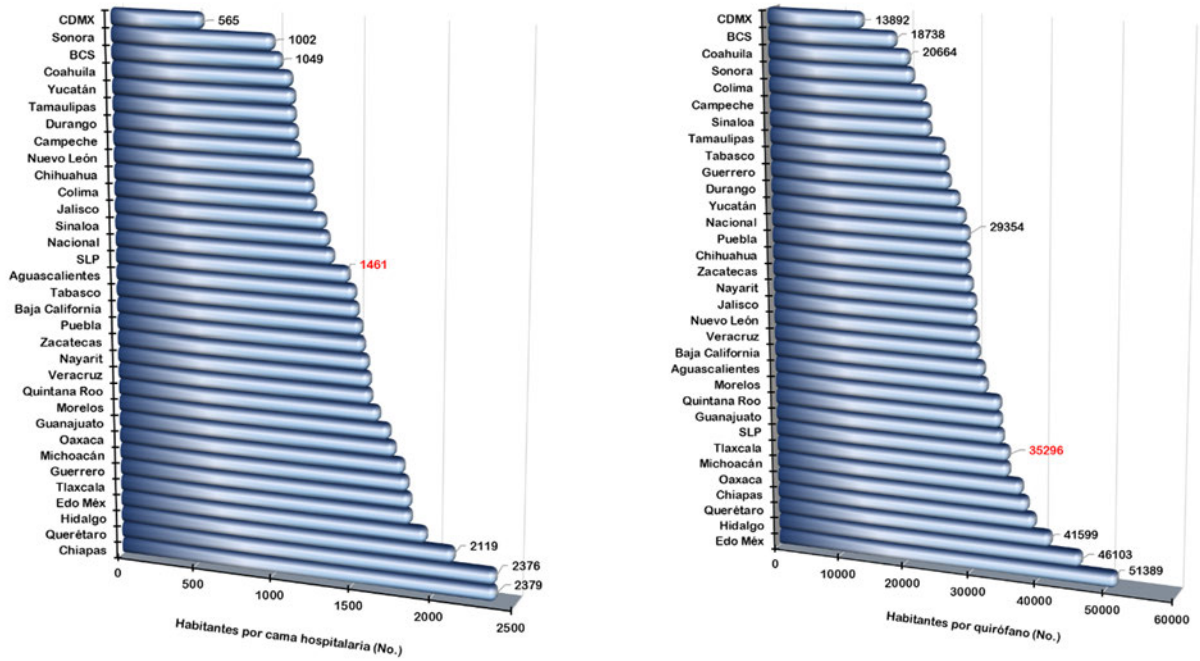
Fuente: Elaboración propia con información del INEGI y la Secretaría de Salud.

Figura IV.80. Relación de habitantes con unidades de servicio médico y consultorios, por entidad estatal y a nivel federal, para los años 2020 y 2015, respectivamente.

Otro importante factor por tomar en cuenta en el servicio médico disponible para la población es la disponibilidad de equipo para recibir el servicio médico, para ello, se analizó el número de camas y quirófanos disponibles para la atención de la población. En este caso la Secretaría Salud solo tiene información disponible al 2019, por lo que, se hizo el análisis considerando los resultados de conteo poblacional del 2015 y el inventario de equipo al mismo año. Primero, es importante mencionar que a nivel nacional se tenía una relación de 1,364 habitantes por cama y 29,354 habitantes por quirófano existente (Figura IV.87).

En estas variables, la Ciudad de México fue la entidad que tuvo una menor relación de habitantes por cama hospitalaria disponible con 565 habitantes por cama, seguido de Sonora con 1,002 y Baja California Sur con 1,049 habitantes por cama. Y, en cuanto a quirófanos por habitante resultó ser la Ciudad de México nuevamente la entidad con la menor relación con 13,892 habitantes por quirófano, seguidos del Baja California Sur y Coahuila con 18,738 y 20,664 habitantes por quirófano.

En estas variables, el estado de San Luis Potosí resultó contar con 1,461 camas hospitalarias por habitante, la quinceava entidad con menor número de camas por habitante. Y, en cuanto a habitantes por quirófano disponible, el estado resultó tener 35,296 habitantes por quirófano disponible, la octava entidad con menor número de quirófanos para atender su población.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI y la Secretaría de Salud.

Figura IV.81. Relación de habitantes con camas hospitalarias y quirófanos, por entidad estatal y a nivel federal, para el año 2015.

IV.3.3.9 Evaluación del bienestar

Con la finalidad de tener información sobre el rezago social de las entidades estatales y municipales, el CONEVAL construyó el "Índice de Rezago Social (IRS)", el cual incorpora indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar.

Según la información del CONEVAL (ver: http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx), el IRS es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales. No se trata de una medición de pobreza, ya que no incorpora los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación. Permite tener información de indicadores sociales desagregados hasta nivel municipal, con lo que CONEVAL contribuye con la generación de información para la toma de decisiones en materia de política social, especialmente para analizar la desigualdad de coberturas sociales que subsisten en el territorio nacional.

Las variables consideradas en la construcción del IRS son:

- Población total,
- Población de 15 años o más analfabeta,
- Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela,

- Población de 15 años y más con educación básica incompleta,
- Población sin derechohabiencia a servicios de salud,
- Viviendas con piso de tierra,
- Viviendas que no disponen de excusado o sanitario,
- Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública,
- Viviendas que no disponen de drenaje,
- Viviendas que no disponen de energía eléctrica,
- Viviendas que no disponen de lavadora, y
- Viviendas que no disponen de refrigerador.

El CONEVAL presenta los resultados de la estimación del IRS en cinco estratos, denominados grados de rezado social: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Para ello, refiere que utiliza la estratificación con base en la metodología de Dalenius & Hodges, dado que permite que dentro de cada estrato las unidades sean lo más homogéneas posibles y entre los estratos lo más distintos posibles.

Las entidades Nuevo León, Ciudad de México, Coahuila y Aguascalientes, son las que han sido más estables y las que han tenido el IRS más bajo, resultando que en los cinco quinquenios del 2000 al 2020 han salido con grado de rezago social “muy bajo” (Tabla IV.32). Por lo que se puede decir que, en estos estados existen menores carencias en la sociedad respecto a educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda.

El estado de San Luis Potosí resulta estar en el lugar 24°, debido a que en las cinco veces que se han presentado los resultados de la evaluación a resultado con un grado de rezago social alto. Esto implica que en todo este tiempo no ha habido una clara mejora en su nivel educativo, acceso a la salud, disponibilidad de servicios básicos y mayor cantidad de hogares con bienes y servicios. Incluso, en la última evaluación se obtuvo un índice de rezago social similar al que se tenía en 2005 (0.32 vs 0.31), cuando parecía que iba mejorando según los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas en el 2010 y 2015 cuando se alcanzaron índices de 0.49 y 0.61.

Tabla IV.29. Rezago social en las entidades estatales y en los municipios que forman parte de la conformación del SAR del proyecto entre el 2000 y el 2020, por quinquenio, de acuerdo con lo estimado por el CONEVAL§.

Entidad federativa	Índice de rezago social					Grado de rezago social				
	2000	2005	2010	2015	2020	2000	2005	2010	2015	2020
Estatal										
Nuevo León	-1.54	-1.44	-1.37	-1.36	-1.25	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Ciudad de México	-1.51	-1.4	-1.28	-1.31	-1.12	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Coahuila	-1.27	-1.25	-1.16	-1.06	-1.15	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Aguascalientes	-1.14	-1.14	-1.11	-1.04	-1.1	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Baja California	-1.03	-0.66	-0.86	-0.82	-0.64	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
Jalisco	-0.71	-0.6	-0.66	-0.69	-0.62	Bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
Colima	-0.71	-0.76	-0.8	-0.66	-0.6	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
Sonora	-0.81	-0.86	-0.69	-0.59	-0.65	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
Chihuahua	-0.74	-0.61	-0.5	-0.59	-0.52	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Tamaulipas	-0.6	-0.7	-0.65	-0.53	-0.62	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo
Estado de México	-0.54	-0.36	-0.37	-0.48	-0.3	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Sinaloa	-0.24	-0.45	-0.48	-0.46	-0.57	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Querétaro	0	-0.04	-0.25	-0.43	-0.52	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Quintana Roo	-0.36	0.15	-0.4	-0.4	-0.32	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Baja California Sur	-0.71	-0.48	-0.47	-0.4	-0.32	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Zacatecas	0.3	-0.09	-0.13	-0.33	-0.45	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Morelos	-0.21	-0.18	-0.13	-0.21	-0.13	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo
Tlaxcala	0.02	0.05	-0.05	-0.17	-0.04	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Tabasco	0.34	-0.03	-0.07	-0.15	0.08	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Guanajuato	0.21	0.16	0	-0.06	-0.21	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo
Durango	-0.14	-0.24	-0.01	-0.03	-0.05	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Nayarit	-0.18	-0.42	-0.25	0.01	0.04	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Medio

Entidad federativa	Índice de rezago social					Grado de rezago social				
	2000	2005	2010	2015	2020	2000	2005	2010	2015	2020
Yucatán	0.24	0.34	0.22	0.29	0.15	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio
Campeche	0.53	0.32	0.22	0.3	0.24	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio
Hidalgo	0.86	0.59	0.61	0.45	0.32	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
San Luis Potosí	**0.63**	**0.31**	**0.49**	**0.61**	**0.32**	**Alto**	**Alto**	**Alto**	**Alto**	**Alto**
Michoacán	0.61	0.67	0.75	0.63	0.53	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Puebla	0.96	0.97	1.07	0.88	0.74	Alto	Muy alto	Alto	Alto	Alto
Veracruz	1.19	0.95	1.14	1.2	1.14	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto
Chiapas	2.27	2.55	2.27	2.39	2.64	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Guerrero	2.12	2.44	2.52	2.45	2.45	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Oaxaca	2.16	2.2	2.42	2.54	2.59	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Municipal										
Mpio S.L.P	-1.88409	-1.64696	-1.54733	-1.2986	-1.275415	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Villa de Reyes	0.09794	-0.06628	-0.18316	-0.35411	-0.440778	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

§ Adaptado del CONEVAL, en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2020.aspx

A nivel municipal resulta que, en el último quinquenio se tuvo que, de los 2,469 municipios totales evaluados, los índices más altos fueron para los municipios Batopilas, Chihuahua, Mezquital, Durango, y Del Nayar, Nayarit, ocupando los lugares 1, 2 y 3, respectivamente. Por lo contrario, los municipios o alcaldías con los índices más bajos fueron para la alcaldía de Benito Juárez, el municipio de Apodaca, N.L., y Coacalco de Berriozábal, Estado de México, lo que implica que fueron los que presentaron el menor rezago social, es decir, menores carencias en la sociedad respecto a educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda.

De los municipios que forman parte en la conformación del SAR, resulta que se encuentran en niveles diferentes en cuento a la evaluación de su rezago social, por un lado, se encuentra el municipio de San Luis Potosí que en todas las evaluaciones ha resultado con IRS que lo llevan a clasificarse con un GRS muy bajo y, por otro lado, está el municipio de Villa de Reyes, mayoritariamente clasificado con un GRS bajo. En la última evaluación presentada por el CONEVAL, el municipio de San Luis Potosí se ubicó en la posición 2,418 de los 2,469 municipios evaluados, es decir que se encuentra entre los municipios con menores carencias en lo que respecta a educación, salud, servicios básicos y condiciones de vivienda. Mientras que, por otro lado, el municipio de Villa de Reyes se ubicó en la posición 1,466, identificándose que aún le faltan indicadores por mejorar, entre los que sobresalen los relacionados con educación y servicios y espacios en la vivienda.

IV.4 Diagnóstico ambiental

IV.4.1 Paisaje

El paisaje, como complejo de interrelaciones, es una realidad física experimentable según el anclaje cultural, la personalidad del observador y su capacidad de percepción, el cual tiene diferentes formas perceptivas (auditiva, olfativa y visual) Muñoz-Pedreros (2004). Además, también lo considera como un recurso fácilmente depreciable y difícilmente renovable.

En este análisis se entenderá el paisaje como el espacio territorial conformado por unidades ambientales heterogéneas diferenciadas por la interacción que se da entre la geomorfología, clima, vegetación, agua y las modificaciones antrópicas, de acuerdo con los términos definidos por Dunn, retomados por Muñoz-Pedreros (2004).

Considerando las formas perceptivas del paisaje antes mencionadas, en el presente trabajo se analizó el paisaje desde el punto de vista visual o percibido, conformado por unidades de paisaje lo más homogéneas posibles en relación con su valor paisajístico y de fragilidad. Para la definición de las unidades de paisaje se siguió la metodología propuesta por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte de España descrita por Muñoz-Pedreros (2004). Esta consta de tres pasos:

a) Se determina el componente central, generalmente el más representativo en el área de estudio. En este caso se consideró la configuración de los usos de suelo y vegetación.

b) Se cartografía el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido.

c) Se agregan los componentes ambientales relevantes determinados para la definición de las unidades ambientales. En nuestro caso se tomó la configuración de las microcuencas que definen la morfología del suelo, mismas que sirvieron para definir el SAR, el relieve y los grupos de suelos.

Para diferenciar la vegetación y uso de suelo en el SAR se tomó como base la clasificación de uso de suelo y vegetación de México serie VII del INEGI. Los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR son: agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego semipermanente, agricultura de temporal anual, matorral crasicaule, pastizal inducido, pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, asentamientos humanos y cuerpos de agua.

La morfología del terreno está descrita por dos unidades morfométricas y relieves: a) Ondulado, en ocasiones plano, débil o ligeramente diseccionado, y, b) ligeramente plano, suavemente ondulado, muy débilmente diseccionado o no diseccionado.

En la descripción de las unidades de paisaje diferenciadas se procede de acuerdo con su cobertura y morfología. En el análisis, cuando no existe cobertura vegetal, como en el caso de dunas, se le da más relevancia a la forma (ejemplo: unidad de paisaje plana, arenosa continua con vegetación herbácea escasa en parches). Y, en caso de contar con cobertura vegetal, ésta definirá y describirá la unidad paisajística (ejemplo: bosque de encino perturbado y en parches, escarpado y con cuerpo de agua lótico).

Para el caso que nos ocupa, la cobertura vegetal y uso de suelo fueron los factores más determinantes en la definición de las unidades de paisaje, ya que dentro del SAR se tienen áreas con cobertura vegetal, desprovistas de vegetación, con uso de suelo agrícola de fácil diferenciación y con desarrollo de infraestructura urbana. Bajo este mismo análisis, se puede ver que los usos de suelo prevalecientes en el área bajo análisis, se puede ver que han sido asignados siguiendo, consciente o inconscientemente, el patrón geomorfológico. Las áreas con mayor pendiente, onduladas débil o ligeramente diseccionadas, conservan su cobertura vegetal, las actividades agrícolas se desarrollan principalmente sobre área geomorfológicas planas, mientras que la zona de asentamientos humanos ha ido ocupando terrenos independientemente de su morfología.

Del análisis realizado aplicando la metodología propuesta por Muñoz-Pedrero (2004), resulta que en el área del SAR se identificaron ocho unidades de paisaje perceptivas definidas homogéneamente por el uso de suelo y vegetación (Tabla IV.33; Figura IV.88). La unidad de paisaje definida por el tipo de vegetación secundaria arbustiva de matorral es la de mayor magnitud, seguida de la unidad determinada por el uso de suelo urbano construido, ocupando el 31.37 y 25.66% del área total del polígono del SAR. Las unidades de paisaje caracterizadas por su actividad productiva relacionada con la agricultura, que involucra los diferentes tipos de agricultura, y el pastizal natural, ocupan el tercer y cuarto lugar en cuanto a cobertura dentro del SAR con el 24.32 y 13.55%, respectivamente, de su superficie.

Tabla IV.30. Unidades de paisaje, y su cobertura, diferenciadas en el polígono del SAR definido para el desarrollo del proyecto.

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Proporción (%)
Vegetación secundaria arbustiva de matorral	11,545.05	31.37
Urbano construido	9,441.79	25.66
Agricultura	8,950.74	24.32
Pastizal	4,986.84	13.55
Matorral crasicaule	965.23	2.62

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Proporción (%)
Vialidades	435.95	1.18
Desprovisto de vegetación	256.17	0.70
Cuerpo de agua	220.85	0.60
Total	**36,802.62**	**100.00**

La unidad de paisaje determinada por el tipo de vegetación secundaria arbustiva de matorral se trata de una unidad de paisaje plana, la cual se encuentra en parches, presentando uno dominante a todo lo largo del lado este del SAR colindando con el municipio de Zaragoza. Los parches más pequeños de esta unidad de paisaje se encuentran hacia el lado oeste del SAR, en zonas geomorfológicas planas y en cambio hacia zonas onduladas y ligeramente diseccionadas.

La unida de paisaje urbano construido se centra en una zona plana en los límites con áreas onduladas y ligeramente diseccionada. Se trata de una unidad de paisaje ubicada al noroeste del SAR, donde se ubica la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí, intercalada por otras pequeñas unidades de paisaje, al igual que esta intercala con otras hacia el centro – sur del polígono, donde se ubica el parque industrial Logistic. Es en esta unidad de paisaje donde se desplantarían las obras del proyecto, así como en la unidad de paisaje determinada por las vialidades.

La unidad de paisaje determinada por la actividad agrícola es junto con la de pastizal una de las más fragmentadas del SAR. Se trata de una unida de paisaje que se ubica a todo lo largo del polígono, por la parte central, principalmente, con algunos parches al noreste y oeste, generalmente adyacentes a la unidad de paisaje urbano construida. Físicamente se trata de una unidad de paisaje conformada por parcelas destinadas a la producción agrícola divididas por caminos de acceso mayormente de terracería.

La unidad de paisaje determinada por el pastizal es, como ya se mencionó, otra de las unidades que se encuentra altamente fragmentada y distribuida en pequeños parches a lo largo del SAR, distribuidos mayoritariamente al oeste del polígono en el parea colindante con la sierra de San Miguelito. Esta unida de paisaje se ubica en las dos unidades geomorfológicas predominantes, tanto en la plana suavemente ondulado, muy débilmente diseccionado, así como en la ondulada, en ocasiones plana, débil o ligeramente diseccionada. La mayor parte de esta unidad de paisaje se encuentra colindando con la unidad de paisaje determinada por el tipo de vegetación secundaria arbustiva de matorral, así como con la de unidad de paisaje urbano construido.

La unidad de paisaje determinada por otra comunidad vegetal es la conformada por matorral crasicaule, la cual ocupa una pequeña área al noreste del SAR. Se trata de una unidad de paisaje ubicada en una unidad geomorfológica netamente ondulada, en ocasiones plana, débil o ligeramente diseccionada cubierta en su totalidad por el tipo de vegetación de matorral crasicaule. La mayor parte de esta unidad de paisaje se encuentra junto a la unidad de paisaje determinada por el tipo de vegetación secundaria arbustiva de matorral, y, en menor proporción, a unidades de paisaje determinadas por el uso de suelo agrícola y urbano construido, lo que implica que, por ese lado, puede perder terreno.

La unidad de paisaje determinada por las vialidades está formada por la red principal de carreteras federal, sin incluir las avenidas y calles que forman parte de la unidad urbano construido. Esta unidad de paisaje se ubica en áreas geomorfológicas planas, ligeramente onduladas, en un trazo largo y angosto que forma una red dentro del SAR. A lo largo de su trazo y conformación atraviesa y delimita unidades la mayor parte de las otras unidades de paisaje

identificadas, siendo un factor de contraste paisajístico afectando la uniformidad de las unidades desde el punto de vista de la percepción visual de la unidad, sin representar un obstáculo visual.

Las restantes unidades de paisaje conformadas por las áreas desprovistas de vegetación y los cuerpos de agua son dos unidades muy pequeñas, formadas por pequeños y pocos parches distribuidos en todo el SAR. Además, de lo antes descrito, se puede decir que son las dos unidades de paisaje más inestables del SAR, ya que las áreas desprovista de vegetación fácilmente pueden cambiar hacia alguna de las otras, las que se encuentran dentro las unidades urbano construidas pueden pasar a formar parte de esta rápidamente, las que están aledañas a áreas agrícolas, al siguiente ciclo productivo pueden pasar a formar parte de la unidad agrícola, o bien, pasar a formar parte de alguna unidad de paisaje definida por algún tipo de vegetación. Y, por otro lado, la unidad de cuerpo de agua puede desaparecer al tratarse de una zona con cuerpos de agua intermitentes.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.4.2 Fragilidad ambiental

Como quedó descrito al inicio del presente capítulo, el SAR quedó conformado por 36,802.64 ha, cubriendo parcialmente superficie de los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, en el estado de San Luis Potosí.

El SAR del proyecto se ubica en un área morfológica en la que coinciden dos unidades geomorfométricas: a) planas, suavemente onduladas, muy débilmente diseccionada o no diseccionada, y, b) onduladas, en ocasiones planas, débil o ligeramente diseccionadas.

En el SAR se reporta la presencia de cuatro grupos de suelos, siendo Xerosol háplico, Resgosol calcárico, Planosol mólico y el Feozem háplico, este último el predominante en el polígono del SAR. El grupo feozem abarca el 55.37% de las 36,802.64 ha del SAR, seguido de los grupos xerosol háplico y regosol calcárico con el 18.45 y 16.25%, como los grupos de suelo predominantes en el SAR.

Del análisis realizado a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, escala 1:250,000, serie VII (ver página: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/), resultó que en el SAR existen 14 usos de suelo y vegetación, estos son: agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego semipermanente, agricultura de temporal anual, matorral crasicaule, pastizal inducido, pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, asentamientos humanos y cuerpos de agua (Tabla IV.34). La superficie del SAR cubierta con vegetación secundaria y primaria cubre el 44.35% de las 36,802.64 ha del SAR, el área con uso agrícola es el 31.41%, los asentamientos humanos representan el 23.89% y los cuerpos de agua el 0.35%.

Tabla IV.31. Clasificación de los usos de suelo y vegetación inmersos dentro de la poligonal del SAR, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación, Serie VII, del INEGI.

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Proporción (%)
Agricultura de riego anual	492.02	1.34
Agricultura de riego anual y semipermanente	3,113.68	8.46
Agricultura de riego semipermanente	279.43	0.76
Agricultura de temporal anual	7,674.93	20.85
Asentamientos humanos	8,793.51	23.89
Cuerpo de agua	127.52	0.35
Matorral crasicaule	7,344.65	19.96
Pastizal inducido	258.72	0.70
Pastizal natural	2,190.66	5.95
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	11.74	0.03
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	18.61	0.05
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	2,812.28	7.64
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	1,555.86	4.23

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Proporción (%)
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	2,129.04	5.79
Total	**36,802.65**	100.00

El SAR definido para el proyecto presenta problemas de degradación del suelo en un 90.58% de su superficie, siendo de tres tipos diferentes: química, por disminución de su fertilidad y pérdida de materia orgánica originada por las actividades agrícolas; física, por pérdida de función productiva por el desarrollo de infraestructura urbana, y, erosión hídrica, por la pérdida de suelo superficial por la remoción de la cobertura vegetal. La degradación química es la de mayor impacto en el área del SAR, considerada como ligera y afectando el 89.1% de las 36,802.64 ha, después le sigue la erosión física, con grado de degradación fuerte y presentándose en el 1.05% del polígono y, finalmente la degradación ocasionada por la erosión hídrica, en un grado moderado y afectando solo al 0.43% del polígono

Ahora, considerando la descripción del estado actual que guardan los componentes ambientales descritos a lo largo de este documento, y con la finalidad de concluir el diagnóstico del territorio para que constituya la base para la construcción de las políticas ambientales, se elaboró el mapa de análisis de fragilidad ambiental del SAR. Con este análisis se define y valora la capacidad que tiene el medio ambiente para enfrentar fenómenos que pudieran impactar ambientalmente el sistema.

La identificación de la fragilidad ambiental del territorio tiene los siguientes objetivos:

- Identificar diferentes niveles de fragilidad, con base en las características de los componentes ambientales del ecosistema, incluyendo los factores climáticos, la geomorfología, vegetación y el suelo, considerando los tipos y grados de erodabilidad y erosividad.
- Relacionar la fragilidad con la condición global de deterioro de los recursos naturales, así como determinar si el deterioro obedece a una condición de alta fragilidad.
- Relacionar la fragilidad con la presión productiva de las actividades humanas sobre el medio.
- Emplear la fragilidad como un elemento que ayude a los tomadores de decisión a definir las políticas de desarrollo y ambientales de una región determinada.

Para la construcción del mapa de fragilidad se ha considerado la información cartográfica digital de los tres componentes naturales que más ayudan a definir la fragilidad ambiental, siendo estos el relieve, la cobertura vegetal y uso de suelo y el suelo mismo (Figura IV.89). Éstos se evalúan por separado y posteriormente se integran en un producto final.



Figura IV.83. Diagrama general de los componentes ambientales involucrados en el análisis y evaluación de la fragilidad ambiental.

A) Relieve

Se evalúa en función de la estabilidad-inestabilidad del tipo de relieve, apoyado con la pendiente del terreno y algunos parámetros climáticos asociados con el humedecimiento. Se toma como base el mapa de tipología de los sistemas naturales, el mapa de pendientes obtenido por el modelo digital de elevación (MDE), diseñado por el INEGI. La información se complementa con parámetros de pendiente en sitios con relieve específico (Tabla IV.35).

Tabla IV.32. Niveles de fragilidad y parámetros de la pendiente.

Concepto	Nivel de fragilidad			
Fragilidad	Muy alta	Alta	Media	Baja
Valor	1	0.75	0.50	0.25
Pendiente	> 25°	16° - 25°	7° - 15°	<6°

B) Suelo

Se evalúa en función del nivel de erodabilidad, erosividad y la posibilidad de cambio de las propiedades físicas y químicas del suelo. La información se basa en las características intrínsecas de los suelos, definidas a partir de su clasificación taxonómica y sus niveles de erodabilidad (Tabla IV.36).

Tabla IV.33. Niveles de fragilidad y parámetros de coberturas por tipo de suelo.

Concepto	Nivel de fragilidad			
Fragilidad	Muy alta	Alta	Media	Baja
Valor	1	0.75	0.50	0.25

Concepto	Nivel de fragilidad			
Tipo de suelo	•Fluvisol eutrico •Gleysol eutrico •Gleysol mólico •Andosol úmbrico •Andosol mólico •Andosol háplico •Leptosol lítico •Solonchak gléyico •Arenosol háplico	•Luvisol crómico •Luvisol férrico •Acrisol háplico •Regosol eutrico •Regosol calcárico •Alisol férrico •Leptosol réndzico •Calcisol lúvico •Solonchak háplico •Cambisol crómico •Cambisol ferrálico •Arenosol calcárico	•Nitisol háplico •Vertisol eutrico •Calcisol háplico •Calcisol pétrico •Cambisol vértico •Cambisol eutrico	•Planosol eutrico •Feozem háplico •Kastañozem lúvico •Kastañozem cálcico

C) Vegetación

Se manejan los requerimientos de hábitat y la capacidad de autorregeneración a partir de las categorías de vegetación establecidas por el INEGI. Se complementa con criterios de pendiente y de resistencia a los incendios forestales, de acuerdo con la información proporcionada por la CONABIO. Para el presente análisis se omitió este factor dado que en las áreas agrícolas y pecuarias se ha sustituido completamente la cobertura original y creado nuevas condiciones muy específicas y su fragilidad está dada por las prácticas de manejo implementadas para prevenir o mitigar los impactos a los componentes suelo y agua, principalmente (Tabla IV.37).

Tabla IV.34. Niveles de fragilidad y parámetros por tipo de vegetación.

Concepto	Nivel de fragilidad			
Fragilidad	Muy alta	Alta	Media	Baja
Valor	1	0.75	0.50	0.25
Tipo de vegetación	•Bosque de oyamel •Bosque de cedro Matorral de coníferas •Bosque mesófilo de montaña Selva alta perennifolia •Selva alta subperennifolia •Selva mediana perennifolia •Selva mediana subperennifolia •Selva baja perennifolia •Selva baja subperennifolia •Selva baja espinosa •Matorral sarco-crasicaule de neblina •Matorral rosetófilo-costero •Manglar •Vegetación acuática	•Bosque de pino •Bosque de pino – encino •Bosque de encino •Bosque de encino – pino •Selva mediana subcaducifolia •Selva mediana caducifolia •Selva baja subcaducifolia •Selva baja caducifolia •Matorral subtropical •Matorral submontano •Matorral crasicaule •Matorral sarcocaule •Matorral sarco-crasicaule	•Bosque de táscate •Bosque bajo abierto •Pastizal natural (semidesértico) •Matorral espinoso tamaulipeco •Mezquital •Vegetación de desiertos arenosos •Vegetación de dunas costeras •Pradera de alta montaña Salinas •Vegetación halófila •Vegetación gypsófila •Pastizal halófilo	•Sabana •Pastizal-huizachal •Áreas sin vegetación aparente •Palmar

Concepto	Nivel de fragilidad			
	•Bosque de galería •Vegetación de galería	•Matorral desértico rosetófilo •Matorral desértico micrófilo •Chaparral	•Pastizal gypsófilo	

El proceso para determinar la fragilidad de cada una de las unidades ambientales consistió en la elaboración de un promedio de la suma de las variables antes mencionadas por unidad ambiental. De tal forma que el resultado de cada sumatoria resultó en una agrupación de píxeles con valor de 0 a 1. Para la interpretación de los resultados, se estableció una escala con cinco rangos de valores para diferenciar las unidades ambientales de fragilidad en el SAR, siendo la técnica de **Natural Breaks** la empleada para determinar los rangos para cada nivel de fragilidad como se muestra en la (Tabla IV.38).

Tabla IV.38. Rangos de valores, e identificación por colores, para evaluar la fragilidad.

Fragilidad ambiental	Rango numérico	Diferenciación por color
Nula	0.00 – 0.08	
Muy baja	0.08 – 0.41	
Baja	0.41 - 0.58	
Media	0.58 - 0.67	
Alta	0.67 - 0.75	
Muy alta	0.75 - 1.00	

D) Model builder “Fragilidad ambiental”

Para facilitar el trabajo de la metodología, se generó la herramienta que calcule la erosión hídrica, con Model Builder de ArcMap 10.3, los cálculos fueron estructurados en un diagrama de flujo (Figura IV.90) basados en la metodología antes mencionada para generar el mapa de fragilidad natural.

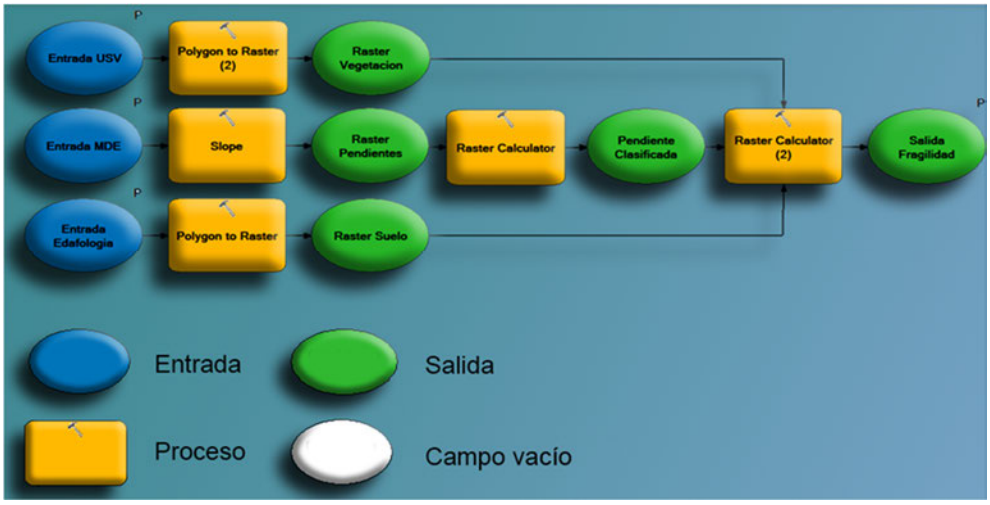
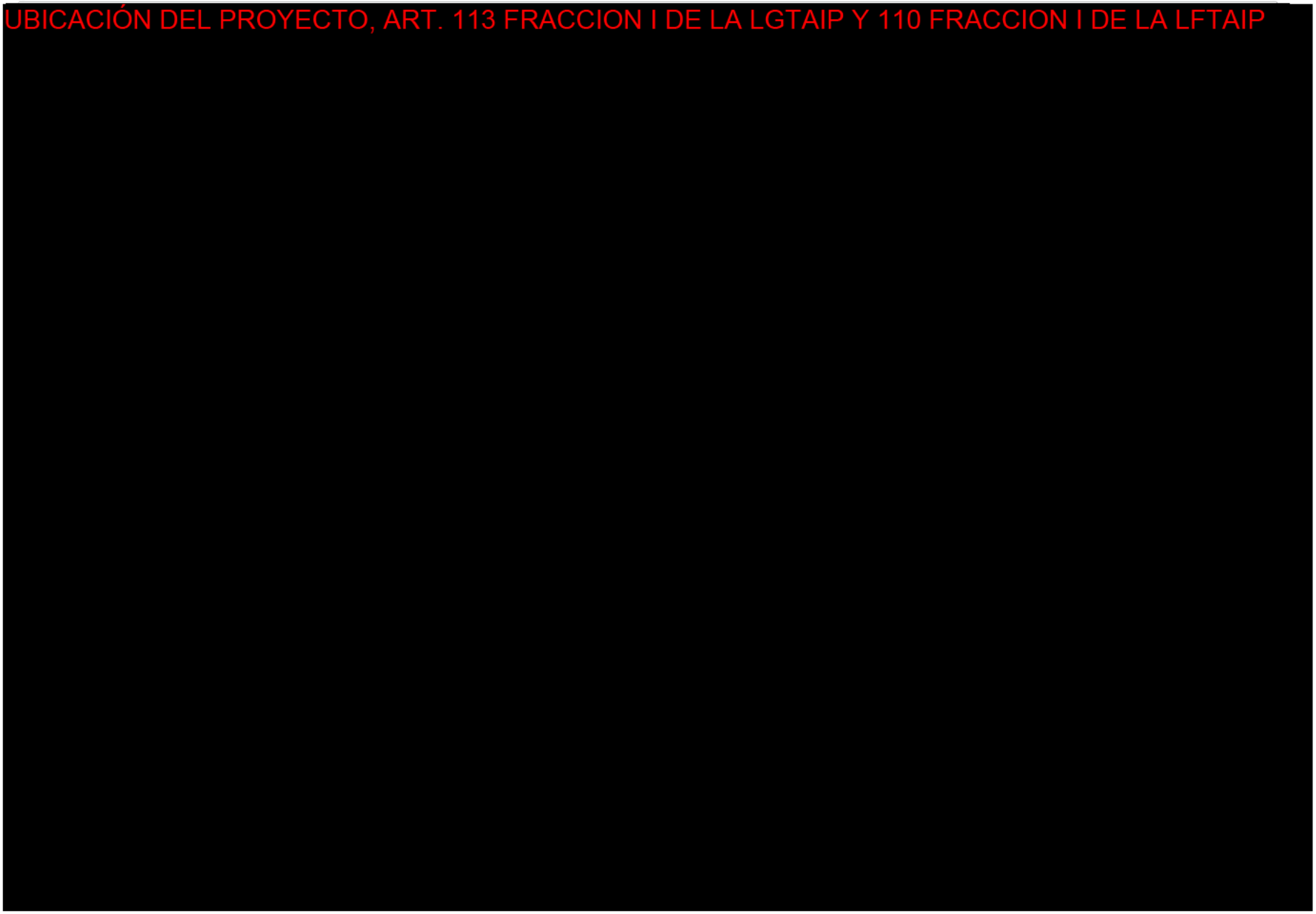


Figura IV.84. Diagrama de flujo utilizado en Model Builder para la obtención de fragilidad natural.

Con base en el análisis digital realizado se pudo diferenciar la fragilidad ambiental dentro del polígono del SAR, resultado de la combinación de la condición actual de los componentes ambientales dentro del sistema ambiental regional definido. Dada la heterogeneidad de los componentes ambientales en el sistema considerados para este análisis, relieve, tipo de suelo y en el uso del suelo, la fragilidad ambiental fue el resultado de una combinación factorial entre estos.

Del análisis realizado se puede observar en la Figura IV.91 que el SAR se caracteriza por tener una fragilidad ambiental claramente diferenciada por una combinación del tipo de suelo con los usos de suelo y vegetación. Con base en resultados anteriores en este tipo de análisis, la pendiente es el principal factor que determina la fragilidad, pero en este caso no se ve que haya tenido una gran influencia. Este resultado se puede explicar por la uniformidad del relieve plano existente en el SAR, basta recordar que este fue uno de los criterios empleados para su definición.

Las áreas con mayor fragilidad ambiental resultaron ser aquellas que tienen un suelo planosol mólicose seguido por el suelo xerosol háplico. Las áreas con menor grado de fragilidad ambiental fueron aquellas con suelo feozem háplico y regosol calcárico, estando asociado a suelos con un uso definido para asentamientos humanos y para el desarrollo de actividades agrícolas. Las áreas con uso de suelo urbano y de agricultura, en cualquiera de sus modalidades, y pendiente plana, resultaron tener una fragilidad muy baja (0.08 a 0.41) y baja (0.41 - 0.58), en el orden mencionado.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

De las 36,802.64 ha que conforman el SAR del proyecto, el 55.29% resultó con una fragilidad ambiental muy baja (escala 0.08 a 0.41), siendo la predominante en el SAR (Tabla IV.39). A esta fragilidad ambiental le siguió la escala de fragilidad baja (0.41 a 0.58), cubriendo el 18.63% del polígono, seguida la fragilidad alta y muy alta con valores muy similares (9.84 y 9.35% del SAR, respectivamente).

Las escalas que se pueden considerar como críticas solo cubren el 19.19% de la superficie del SAR, 9.84% corresponde a la escala de fragilidad alta y el 9.35% a las áreas consideradas con fragilidad muy alta (0.75 a 1.00). Cabe mencionar que, el desarrollo del proyecto se desarrollaría principalmente sobre áreas con fragilidad de muy baja a baja.

Tabla IV.39. Clasificación de la fragilidad ambiental en el polígono del SAR definido para el proyecto de acuerdo con los rangos clasificación.

Fragilidad ambiental	Rango numérico	Superficie (ha)	Proporción (%)
Nula	0.00 – 0.08	165.87	0.45
Muy baja	0.08 – 0.41	20,346.91	55.29
Baja	0.41 - 0.58	6,858.08	18.63
Media	0.58 - 0.67	2,370.26	6.44
Alta	0.67 - 0.75	3,621.57	9.84
Muy alta	0.75 - 1.00	3,439.96	9.35
Total		**36,802.64**	**100.00**

IV.4.3 Diagnóstico ambiental general

Sobre este tema, es importante mencionar que, en sí, toda la descripción de los componentes ambientales bióticos, abióticos y hasta la descripción socioeconómica, es un diagnóstico ambiental del estado actual del medio ambiente y socioeconómico de la región defina como SAR. Este diagnóstico tiene el enfoque seguido por Alvarado-Cardona y Martínez (2017) para la realización del diagnóstico ambiental del municipio de Nochixtlán, Oaxaca, y el referido como diagnóstico ambiental desde una perspectiva histórica aplicado por Arellano (2016) para el caso del municipio de Silao, Guanajuato.

De acuerdo con lo mencionado por Arellano (2016), un diagnóstico ambiental tiene como finalidad diferenciar los componentes bióticos y abióticos de una región determinada, inventariarlos y localizar los elementos del sistema natural para diferenciar las unidades ecológicas de flora y fauna. Además, como punto importante que este autor menciona, es que se debe determinar la relación establecida entre el ecosistema y el bienestar del sistema social, es decir, definir cómo la sociedad ha influido en el estado de los componentes ambientales y cómo estos componentes ambientales han favorecido el bienestar de la sociedad.

Como resultado de lo presentado en los diferentes apartados de este capítulo, se puede confirmar que el SAR definido para el desarrollo del proyecto se encuentra en un proceso de degradación de sus componentes ambientales avanzado. Así lo muestran los resultados obtenidos en lo que respecta a la calidad del aire, calidad y disponibilidad de agua del manto acuífero, calidad del agua de los cuerpos de agua superficiales, la superficie con degradación de

suelo y la diversidad de los tipos de degradación y la proporción de la superficie con cobertura vegetal nativa, lo que es una manifestación de las acciones de lo realizado por la sociedad para obtener sus satisfactores.

A continuación, se describe el estado actual, resultado del proceso evolutivo derivado de la actividad social en el ecosistema, que marcan tendencia en el SAR definido para el desarrollo del proyecto.

Calidad del aire

De acuerdo con los resultados publicado en los informes nacionales de calidad del aire de 2018 y 2019, publicados por el INECC (2018, 2019), de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbada solo las estaciones IPAC y BIB tuvieron información suficiente para poder evaluar la calidad del aire. Analizando los resultados reportados, en la ciudad no se tuvo problemas de contaminación debido a las concentraciones de O_3, CO, NO_2 ni de SO_2, no así con las emisiones de PM_{10}, donde en la estación BIB se rebasaron los límites máximos normados para el promedio 24 horas y el promedio anual, 36 días de los 365 días del año en 2018 y 52 días en 2019.

Al ser la concentración de las partículas PM_{10} la única que rebasó el valor límite máximo normado es importante conocer su origen. De acuerdo con el inventario, en el 2016 se produjeron 5,139 t de PM_{10}, siendo las fuentes de área las principales generadoras, seguida de las emisiones producidas por las fuentes puntuales y, por último, de las fuentes móviles, con una participación del 47.48%, 26.44% y 26.06%, en el orden antes citado. Las principales fuentes generadoras de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ son las ladrilleras, la industria metalúrgica (incluye la siderúrgica) y los camiones de carga media.

Agua superficial

En los municipios en los que se ubica el polígono del SAR no se cuenta con cauces de agua permanentes, todos los cuerpos de agua lóticos solo llevan agua durante la época de lluvias. En la zona de la ciudad de San Luis Potosí se tiene los ríos Paisanos, Santiago, Españita y San Antonio (Candia, 2015). De los estos cuerpos de agua que cruzan la ciudad de San Luis Potosí, solo los dos últimos mencionados se encuentran dentro del SAR.

Además, como una forma de controlar y almacenar la escorrentía que se genera en la región, se han construido presas. En el área aledaña y con influencia hacia el área del SAR, en el municipio de San Luis Potosí, pero fuera de este, se encuentran las presas: El Peaje (Gonzalo N. Santos), con una capacidad de 8.0 Mm^3, sobre el cauce del arroyo Grande o Azul, y, San José con capacidad de 7.3 Mm^3, sobre el cauce del río Santiago; además de las presas El Potosino, sobre el cauce del río de mismo nombre, San Antonio, en el arroyo de mismo nombre, La Cantera y Cañada del Lobo, en el río Españita, de menor capacidad y a las orillas de la zona urbana, dentro de la sierra de San Miguelito, al oeste del SAR. Mientras que, por otro lado, en el municipio de Valle de Reyes, colindando con el polígono del SAR, se tiene la presa Valentín Gama, captando escurrimientos provenientes de tres áreas, entre ellos uno que sale del polígono.

De acuerdo con los resultados presentados por la CONAGUA a los monitoreos de calidad de agua superficial, durante el periodo 2012 – 2020, de los seis sitios seleccionados cuatro no tuvieron problemas de contaminación, siendo estos los cuatro correspondientes a las presas San José y El Potosino del municipio de San Luis Potosí. Esto puede estar asociado a que contienen agua proveniente de la sierra de San Miguelito, una zona conservada en la que no se desarrollan actividades productivas intensivas, como las agropecuarias, ni existen grandes asentamientos humanos.

Los dos sitios de muestreo de aguas superficiales seleccionados restantes resultaron mostrar signos de contaminación, encontrándose en foco rojo, estos son los dos puntos de muestreo ubicados en la presa Valentín Gama, en el municipio de Villa de Reyes. El punto de muestreo ubicado al este de la presa (DLSAN2303), más alejado a los límites del SAR, resultó con una calidad de agua contaminada por su contenido de DQO, es decir con un valor que está entre 40 y 200 mg L^{-1}, lo que indica que se trata de un agua superficial con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal. Por otro lado, el punto de muestreo ubicado al oeste de la presa (DLSAN2302), a solo 450 m del límite del SAR, resultó con problemas de contaminación por sus contenidos de DQO, coliformes fecales y OD medio. De acuerdo con el contenido de DQO, se determina que se trata de un agua contaminada por estar entre 40 y 200 mg L^{-1}, lo que indica que se trata de un agua superficial con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal. Por su conteo de coliformes fecales, se trata de un agua fuertemente contaminada por tener más de 1,000 NMP 100 ml^{-1} de E. coli, lo que la lleva a clasificarla como un agua con fuerte contaminación bacteriológica y con una alteración severa. Y, por su porcentaje de OD medio, se determinó que se trata de un agua con deficiencia de oxígeno al tener un valor que es mayor de 10% y menor de 30%.

El nivel de contaminación del agua en la presa puede deberse a que en este cuerpo de agua se recibe el agua proveniente de escorrentías provenientes de áreas destinadas a la actividad agropecuaria, industrial y urbano, las cuales pueden arrastrar productos residuales de estas actividades

Agua subterránea

El polígono del SAR se ubica en dos acuíferos, siendo estos: a) 2411 San Luis Potosí y, b) 2412 Jaral de Berrios – Villa de Reyes. Una característica común relevante de estos acuíferos es que ambos se encuentran en balance negativo, siendo más crítico el balance del acuífero San Luis Potosí que el de Jaral de Berrios – Villa de Reyes, de acuerdo con la última disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2020.

El acuífero 2411 San Luis Potosí se reportó con balance negativo en el censo realizado en el 2014, año en que se obtuvo una disponibilidad de -75.316895 Mm^3, lo que indicó la falta de agua para otorgar nuevas concesiones de aprovechamiento de agua sin poner en riesgo el acuífero. Este problema continuó para el censo de disponibilidad de agua publicado en el mismo medio el 04 de enero de 2018, reportándose un balance de -76.421546 Mm^3. Posteriormente, el 20 de septiembre de 2020, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, en el cual se indica que este acuífero tiene un volumen disponible de -59.223040 Mm^3 anuales, lo que indica que tuvo una recuperación del 2018 al 2020, pero continuando sin disponibilidad de agua para otorgar nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica.

Por otro lado, el acuífero Jaral de Berrios – Villa de Reyes también se reportó con balance negativo en el censo realizado en el 2014, año en que se obtuvo una disponibilidad de -0.002803 Mm^3. La situación del acuífero mejoró para el 2018, año en el que se publicó el censo de disponibilidad de agua en el DOF, reportándose un balance de 0.961659 Mm^3. Sin embargo, de acuerdo con la información del Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, se indica que este acuífero tiene un volumen disponible negativo -2.036460 Mm^3 anuales. Este resultado representa una caída mayor a estudios previos, alcanzado un nivel de disponibilidad de agua menor al registrado en el 2014, llevándolo a no tener disponibilidad de agua para otorgar nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica.

Para determinar la calidad del agua subterránea en los acuíferos en los que cuales se ubican el SAR y el trazo y obras asociadas del proyecto, se tomarán los resultados publicados por la CONAGUA para el periodo 2012 – 2020 en los pozos para el aprovechamiento de agua subterránea que se encuentran dentro del polígono del SAR, así como de algunos aledaños al SAR que pueden aportar información para sustentar el análisis. En total se seleccionaron 18 pozos que se ubican en los municipios del SAR y áreas circundantes a no más de 15 km del polígono para reflejar el impacto a sus alrededores.

De los 18 sitios seleccionados para caracterizar la calidad del agua subterránea, siete resultaron sin problemas de contaminación, lo que significa que la calidad del agua se encuentra dentro de los rangos de calidad excelente, buena calidad y aceptable, en cada una de las variables monitoreadas para caracterizar la calidad del agua. Los pozos que tienen esta calidad de agua se ubican al norte del SAR, algunos de ellos dentro en la zona centro de la ciudad de San Luis Potosí y otros en la periferia de la zona urbana.

Los 11 sitios restantes presentaron problemas de contaminación relacionado ya sea por su concentración de flúor, en nueve de los 18 sitios, por altos niveles de plomo, en uno, y en el último por su contenido de SDT y concentración de nitrógeno NO_3. La concentración de flúor en los pozos que rebasaron los niveles adecuados alcanzó valores para clasificarse como alto, es decir valores ≥ a 1.5 mg L^{-1}, por lo que, el agua de estos pozos se considera como no apta como fuente de abastecimiento de agua potable.

El pozo Milpillas (DLSAN2307M1), ubicado al norte y a las orillas de la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí, resultó con una concentración de plomo mayor a 0.01 mg L^{-1}, por lo que se clasifica como agua contaminada. Por la concentración de este mineral, este pozo se considera como no apto como fuente de abastecimiento de agua potable.

Finalmente, el pozo Rancho El Diamante (DLSAN2310), ubicado al norte del SAR en una zona agrícola del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, resultó con problemas de contaminación por su alta concentración de SDT y nitrógeno NO_3. Como indicador de salinidad, el valor que obtuvo para SDT (> 1,000 y ≤ a 2,000 mg L^{-1}), clasifica a esta agua como ligeramente salobre o con bajo contenido de sales. Con respecto al valor alcanzado en su contenido de nitrógeno NO_3, siendo superior a 11 mg L^{-1}, la lleva a clasificar esta agua con fuerte impacto de aguas residuales crudas con alta carga de nutrientes; su condición se considera como hipertrófica, con florecimientos algales que incluyen especies tóxicas a seres vivos. Adicionalmente, por su valor de dureza, el cual fue superior a 500 mg L^{-1}, se considera un agua muy dura e indeseable para usos industriales y domésticos, por lo que, el agua de este pozo no se recomienda como fuente de abastecimiento de agua potable.

De los tres pozos ubicados dentro del polígono del SAR, el pozo del Fracc. La Florida no presentó problemas de contaminación, los otros dos resultaron estar en semáforo rojo, es decir, con problemas de contaminación por su alto contenido de flúor.

Uso de suelo y vegetación

Del análisis realizado a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, escala 1:250,000, serie VII (ver página: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/), resultó que en el SAR existen 14 usos de suelo y vegetación, estos son: agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego semipermanente, agricultura de temporal anual, matorral crasicaule, pastizal inducido, pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria

arbustiva de pastizal natural, asentamientos humanos y cuerpos de agua. La superficie del SAR cubierta con vegetación secundaria, primaria y el pastizal inducido cubre el 44.35% de las 36,802.64 ha del SAR; siendo mayor la superficie que ya cuenta con un uso de suelo específico, donde el 31.41% del área del SAR tiene un uso agrícola, los asentamientos humanos representan el 23.89% y, por último, los cuerpos de agua implican solo el 0.35%.

Degradación del suelo

En el estado de San Luis Potosí, la degradación química es la que abarca mayor superficie de afectación, manifestándose en el 14.28% de la superficie estatal, siendo originada por la declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, sin embargo, se considera que se presenta en un grado ligero. En segundo lugar, se encuentra la degradación física, cubriendo el 8.27% de la superficie estatal, esta debido a causa de la pérdida de la función productiva por la urbanización, la cual se considera que tiene un fuerte grado de degradación. La degradación del suelo ocasionada por la erosión hídrica cubre el 7.70% del estado y la degradación por erosión eólica el 7.42%, esta última debido a pérdida de suelo superficial por acción del viento a causa de las actividades agrícolas, la deforestación o simple remoción de vegetación, degradación que se considera moderada.

La degradación clasificada como ligera es la que mayormente impacta en el estado cubriendo un 48.6% del área estatal. A esta le sigue la degradación moderada, con proporción del 42.9%. La superficie con degradación severa solo cubre el 7.7% del territorio estatal, mientras que la degradación considerada como extrema solo abarca el 1.5%.

El SAR definido para el proyecto presenta problemas de degradación del suelo en un 90.58% de su superficie, siendo de tres tipos diferentes: química, por disminución de su fertilidad y pérdida de materia orgánica originada por las actividades agrícolas; física, por pérdida de función productiva por el desarrollo de infraestructura urbana, y, erosión hídrica, por la pérdida de suelo superficial por la remoción de la cobertura vegetal. La degradación química es la de mayor impacto en el área del SAR, considerada como ligera y afectando el 89.1% de las 36,802.64 ha, después le sigue la erosión física, con grado de degradación fuerte y presentándose en el 1.05% del polígono y, finalmente la degradación ocasionada por la erosión hídrica, en un grado moderado y afectando solo al 0.43% del polígono.

Referencias

Alvarado C., M, y Martínez R., M. C., 2017. Diagnóstico ambiental, caso de estudio "Municipio Asunción Nochixtlán, Oaxaca, México. En: Los retos actuales de las ciencias ambientales y de la sustentabilidad en México. En: http://coltlax.edu.mx/openj/index.php/ReyDS/article/view/35/pdf. Consultado: Junio, 2022.

Aranda C., D. F., 1998. Proceso del ciclo hidrológico. Tercera Edición. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Arellano A., O., 2016. Diagnóstico ambiental desde una perspectiva histórica: Silao, caso de estudio. En: Conservación y desarrollo sustentable del Centro Histórico. En: https://www.puec.unam.mx/index.php/publicaciones/146-publicaciones-digitales/pd-patrimonio/590-conservacion-y-desarrollo-sustentable-en-centro-historicos. Consultado: Junio, 2022.

Arriaga C., L., Aguilar, V., y Espinoza, J. M., 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO. México. Pp. 433 – 457.

Arpacik, A., Sari, A., Gündogdu, E., y Baskaya, S., 2016. Effects of roads on wildlife in Azdavay / Kartdag wildlife reserve area. 1st International Symposium of forest Engineering and Technologies (FETEC2016). Bursa, Turquía.

Bolaños G., M. A., Paz P., F., Cruz G., C. O., Argumedo E., J. A., Romero B., V. M., y de la Cruz C., J. C., 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. Terra Latinoamericana 34: 271 – 288.

Bowles, A. E., 1995. Responses of wildlife to noise. En: Wildlife and recreationists: coexistence through management and research. Richar L. Knight y Kevin J. Gutzwiller Editores. 371 p.

Cabella, W., y Nathan, M., 2018. Los desafíos de la baja fecundidad en América Latina y el Caribe. Edts. Esteban Caballero, Pablo Salazar, Lorna Jenkins y Daniel Macadar. En: https://lac.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/Baja fecundidad en ALC - versión web español.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.

Candia M., M. A., 2015. Análisis de riesgo por inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí. Tesis para obtener el grado de maestra en Geociencias Aplicadas. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnología, A. C. San Luis Potosí, S.L.P. 77 p.

Ceballos, G. y Oliva, G. (Coords.), 2005. Los mamíferos silvestres de México. Conabio/Fondo de Cultura Económica, México D. F. 988 p.

CONAGUA, 2015a. Estadística del agua en México edición 2014. En: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf. Consultado: Mayo, 2022.

CONAGUA, 2015b. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Querétaro (2201), Estado de Querétaro. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104245/DR_2201.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.

CONAGUA, 2017. Atlas del agua en México 2016. En: http://201.116.60.25/publicaciones/AAM_2016.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.

CONAGUA, 2019. Estadística del agua en México 2018. En: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/04/EAM_2018.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.

CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2012. Anuario de migración y remesas México 2013. 1ra. Edición. México. 111 p.

CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2015. Anuario de migración y remesas México 2015. 1ra. Edición. México. 179 p.

CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2017. Anuario de migración y remesas México 2017. 1ra. Edición. México. 193 p.

CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2019. Anuario de migración y remesas México 2019. 1ra. Edición. México. 193 p.

CONAPO (Consejo Nacional de Población), Fundación BBVA Bancomer y BBVA Research, 2021. Anuario de migración y remesas. México 2021. CONAPO-Fundación BBVA Bancomer-BBVA Research. 1ra edición. México.160 p.

Chandler, S.R. et al. 1983. Birds of North America. A Guide to Field Identification. Ed. Golden Press, New York, USA. ISBN 0-307-37002-X.

Dragovic, N., y Vulevic, T., 2020. Soil degradation processes, causes, and assessment approaches. In: Leal Filho W., Azul A., Brandli L., Lange Salvia A., Wall T. (eds) Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71065-5_86-1.

FAO, 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia.

FAOSTAT. 2018. FAO statistical databases. En: http://www.fao.org/faostat/en/#data/OA. Consultado: Julio, 2019.

Fernández G., E., y del Carpio O., P. S., 2014. Michoacán migrant entrepreneurs in the USA: The case of Huandacareo. Amercian International Journal of Contemporary Research 4(12): 25 – 35 p.

Flores-Villela, O., y García-Vázquez, U. O., 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S467 – S475.

Francis, C. D., Ortega, C. P., y Cruz, A., 2009. Noise pollution changes avian communities and species interactions. Current Biology 19: 1415 – 1419.

Francis, C. D., y Barber, J. R., 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. Front Ecol Environ 11 (6): 305 – 313.

García Q., J. J., 2007. Geometría, sismicidad y deformación de la placa de cocos subducida. Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias. 42 p.

García-Marín, A., Roldán-Cañas, J., Estévez, J., Moreno-Pérez, F., Serrat-Capdevilla, A., González, J., Francés, F., Olivera, F., Castro-Orgaz, O., y Giráldez, J.V., 2014. La hidrología y su papel en la ingeniería del agua. Ingeniería del Agua 18.1. 14 p.

INEGI (2008). Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. En: http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/1-geografiademexico/manual_carac_eda_fis_vs_enero_29_2008.pdf. Consultada: Enero, 2022.

Instituto Nacional de Ecología, 1998. Segundo Informe sobre la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas. Dirección General de Gestión e Información Ambiental, Dirección de Análisis de Datos Ambientales. Ciudad de México. En: https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php. Consultado: Junio, 2022.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2018. *Informe Nacional de Calidad del Aire 2017, México*. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. Ciudad de México. En: https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php. Consultado: Junio, 2022.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2019. *Informe Nacional de Calidad del Aire 2018, México*. Ciudad de México: Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. En: https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php. Consultado: Junio, 2022.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2020. Informe Nacional de la Calidad del Aire 2019, México. Ciudad de México: Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. Ciudad de México. En: https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php. Consultado: Junio, 2022.

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 205 p.

López-Loera, H., y Tristán-González, M., 2013. Geología y magnetometría área del Graben de Villa de Reyes, San Luis Potosí, Mesa Central de México: implicaciones tectónicas y geohidrología. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 65 (1): 137 – 156.

Jenny, H., 1994. Factors of soil formation: A system of quantitative pedology. Dover Publication, INC. New Yor, U.S.A.

Lynch, J. F. 1991. Effects of Hurricane Gilbert on birds in a dry tropical forest in the Yucatan Peninsula. Biotropica 23: 488 – 96 pp.

Mestre S., V., S/F. Contaminación por ruido. Escuela de Organización Industrial. En. https://www.eoi.es/es/file/18609/download?token=mNmUGNpP. Consultado: Diciembre, 2021.

Montenegro, A. L, Álvarez, J. P., Bastián-Monarca, N. A., y Pereira, T. A., 2020. Evaluación de impacto acústico por ruido sobre la fauna nativa terrestre en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) en Chile. En: INGEACUS 2020 Congreso Internacional de Acústica y Audio Presional. En: https://www.researchgate.net/publication/348418400_Evaluacion_de_impacto_acustico_por_ruido_sobre_la_fauna_nativa_terrestre_en_el_marco_del_Sistema_de_Evaluacion_de_Impacto_Ambiental_SEIA_en_Chile. Consultada: Diciembre, 2021.

Muñoz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural 77: 139 – 156.

Navarro – Sigüeza, A. G., Rebón – Gallardo, M. F., Gordillo – Martínez, A., Towswns P., A., Berlanga – García, H., y Sánchez – González, L. A., 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S476 – S495.

OECD, 2010. Education at a glance 2010. OECD Publishing, Paris. En: http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance_19991487. Consultado: Mayo, 2017.

OECD, 2016. Education at a glance 2021. OECD Publishing, Paris. En: http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance_19991487. Consultado: Enero, 2022.

Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., y Sombroek, W. G., 1991. World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD). En: http://www.the-eis.com/data/literature/World20mapofthe20statusofhuman-inducedsoildegradation_1991.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.

Ortiz S., R., 2015. Síntesis de la evolución del conocimiento en edafología. Revista Eubacteria 34: 51 – 64.

Peris, S. J., y Pescador, M., 2004. Effects of traffic noise on passerine populations in mediterranean wooden pastures. Applied Acoustics 65: 357 – 366 p.

Peterson, R.T., Chalif, E.L. 1989. Aves de México. Guía de Campo. Ed. Diana, México. ISBN 968-13-1282-1.

Prüss-Üstün, A., y Corvalán, C., 2006. Ambientes saludables y prevención de enfermedades: Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente. Organización Mundial de la Salud. En: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/prevdisexecsumsp.pdf. Consultado: Mayo, 2017.

Ramos-Leal, J. A., López-Loera, H., Martínez-Ruíz, V. J., Aranda – Gómez, J. J., 2007. Sucesión de eventos y geometría de la parte central del acuífero dl graben de Villa de Reyes (San Luis Potosí, México) inferida a partir de datos geoeléctricos. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 24 (1): 31 – 46.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., y Yoder, D. C., 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA, Agriculture Handbook Number 703. 384 p.

Reyes J., I., 2014. Una ojeada a la clasificación del suelo. Contactos 91: 30 – 40.

Rosengaus M., M., Jiménez E., M., y Vázquez C., M.T., 2002. Atlas climatológico de ciclones tropicales en México. Edts. CENAPRED e IMTA. En: http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/37.pdf. Consultado: Enero, 2022.

Sánchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J. J., Gómez – Rodríguez, R. A., Guevara, L., Gutiérrez – Granados, G., y Rodríguez – Moreno, Á., 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S496 – S504.

SEGAM, 2018. Actualización del inventario de emisiones y modelación de la calidad del aire en la ciudad de San Luis Potosí": Elaborado por SARAN Estudios y Proyectos Ambientales, S de R.L. de C.V. En: https://slp.gob.mx/segam/Documentos compartidos/ESTUDIOS PROGRAMAS Y PROYECTOS/Informe final Inventario y Modelación SLP final – para publicar.pdf. Consultado: Junio, 2022.

SEGOB (Secretaría de Gobernación), 2012. Mapas de índices de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos. En: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Metodologias/Hidrometeorologico.pdf. Consultado: Enero, 2022.

Soto-Estrada, G., Moreno-Altamirano, L., y Pahua D., D., 2016. Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM 59 (6): 8 – 22 p.

Tanner, E. V. J., y Kapos, V., 1991. Hurricane effects on forest ecosystems in the Caribbean. Biotropica 23 (4a): 513 – 521 pp.

Tépach M., R., 2015. El flujo migratorio internacional de México hacia los Estados Unidos y la captación interna de las remesas familiares, 2000 – 2015. Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis de la Cámara de Diputados. En: http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-ISS-07-15.pdf. Consultado: Enero, 2022.

Tetteh, R. N., 2015. Chemical soil degradation as a result of contamination: A review. Journal of Soils Science and Environmental Management 6(6): 140 – 147.

Tristán-González, M., Labarthe-Hernández, G., Aguirre-Díaz, G., y Aguillón-Robles, A., 2008, Tectono-volcanic control of fissure type vents for the 28 Ma Panalillo Ignimbrite in the Villa de Reyes graben, San Luis Potosí, México. IOP Conf. Serires: Earth and Environmental Science 3.

UN (United Nations), 2006. World urbanization prospects: The 2005 revision. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. United Nations, New York. 196 p.

Whigham, D. F., Zugasty T., P., Cabrera C., E., O'Neill, J., y Ley, E., 1990. The effect of annual variation in precipitation on growth and litter production in a tropical dry forest in the Yucatan of Mexico. Trop. Ecol., 31(2): 23 – 34 pp.

Whigham, D. F., Olmsted, I., Cabrera C., E., y Harmon, M. E., 1991. The impact of hurricane Gilbert on trees, litterfall, and woody debris in a dry tropical forest in the northeastern Yucatan Peninsula. Biotropica 23: 434 – 441 pp.

Whigham, D. F., Olmsted, I., Cabrera C., E., y Curtis, A. B., 2003. Impacts of hurricanes on the forests of Quintana Roo, Yucatán Peninsula, México. En: The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface. 1a Edición. En: https://pdfs.semanticscholar.org/2aa0/34a8def26607faf59f9cc4b1285a75b0f4bf.pdf. Consultado: Enero, 2022.

WHO, 1999. Guidelines for community noise. Geneva. En: http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.

Xix A., G. R., 2010. Estado actual y futuro de la cartografía de suelos en México. 1er Taller latinoamericano global Globalsoilmap.net. Consultado en: http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/LatinAmerica_Atlas/Meeting2010/08Sep/9_Mexico.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.

ÍNDICE GENERAL

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS, Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 1
V.1.1 Indicadores de impacto ambiental 2
V.1.2 Identificación de las acciones del proyecto y factores del ambiente 5
V.1.3 Identificación de impactos 6
V.1.4 Desarrollo de la metodología de identificación de impactos 13
V.2 Valoración de impactos 16
V.2.1 Descripción y caracterización de los impactos 21
V.2.1.1 Fichas descriptivas de impactos para la etapa de preparación del sitio 25
V.2.1.2 Fichas descriptivas de impactos para la etapa de construcción 26
V.2.1.3 Fichas descriptivas de impactos para la etapa de operación y mantenimiento 38
V.2.1.4 Fichas descriptivas de impactos para la etapa de abandono 45
V.3 Impactos ambientales residuales 60
V.4 Impactos ambientales acumulativos 62
V.5 Impactos ambientales a nivel del SAR 65
V.6 Conclusiones 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1. Etapas del proceso y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto. 6

Tabla V.2. Actividades y elementos del proyecto que son potenciales generadores de impactos ambientales..... 7

Tabla V.3. Factores y subfactores ambientales potenciales de ser impactos por el desarrollo del proyecto. 8

Tabla V.4. Afectación ocasionada a los subfactores ambientales por llevar a cabo las obras y actividades del proyecto. 9

Tabla V.5. Interacciones identificadas, adversas y benéficas, por factor ambiental y socioeconómico, y las etapas de desarrollo del proyecto. 16

Tabla V.6. Escalas de evaluación de los criterios a considerar en el procedimiento de evaluación de impactos ambientales en el método RIAM modificado. 18

Tabla V.7. Rango de agrupación de la escala para el resultado de la evaluación del impacto ambiental de acuerdo con la escala del RIAM modificado. 20

Tabla V.8. Generación de los impactos ambientales en función de la etapa en que se presentan. 22

Tabla V.9. Concentrado de la valorización de los impactos ambientales potenciales a generarse por etapa de desarrollo del proyecto. 58

Tabla V.10. Listado de impactos ambientales acumulativos potenciales a presentarse por el desarrollo del proyecto "Bajío – San Luis Potosí" en el SAR definido para su desarrollo..... 64

Tabla V.11. Identificación de obras y actividades generadoras de impactos ambientales acumulativos y residuales en el contexto del SAR definido para el desarrollo del proyecto. 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1. Desplante del trazo del proyecto con respecto a usos de suelo y cobertura vegetal..... 12

Figura V.2. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de preparación del sitio. 55

Figura V.3. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de construcción..... 55

Figura V.4. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de operación y mantenimiento. 56

Figura V.5. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de abandono. 56

Figura V.6. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse durante el desarrollo total del proyecto. 57

Figura V.7. Clasificación de los impactos ambientales identificados a generarse por la realización del proyecto por componente de evaluación y etapa de ejecución. 60

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS, Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El presente capítulo se desarrolla para dar cumplimiento al objetivo primordial de la evaluación del impacto ambiental, entendiéndose ésta como "la modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza", de acuerdo con lo definido en la LGEEPA, que es el de llevar a cabo una identificación y valoración lo más objetiva e imparcial posible de los impactos ambientales potenciales a generarse por las obras y/o actividades que conforman los proyectos. Y, los resultados obtenidos de este ejercicio, posteriormente, sirven para establecer las medidas pertinentes de mitigación, prevención, compensación y/o restitución, de tal forma que éstos se reduzcan a niveles tolerables por el ambiente.

El principal objetivo del análisis que se realiza en este capítulo es el identificar y valorar los impactos ambientales potenciales que se generarán por la ejecución del proyecto en cuestión, tomando como referencia la naturaleza del proyecto descrita en el capítulo II, actuando en el sistema ambiental del proyecto descrito en el capítulo IV. Todo lo anterior respetando los criterios y especificaciones ecológicas establecidas en el marco jurídico ambiental vigente aplicable al sitio del proyecto y a su naturaleza de acuerdo con la vinculación jurídica realizada en el capítulo III.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Los impactos ambientales que se pueden presentar durante el desarrollo de un proyecto están en función del grado de conservación del ecosistema en general, el cual es una suma (ponderada) del grado de conservación de cada uno de los factores ambientales que lo conforman, entre ellos la vegetación, fauna, suelo, aire, agua, así como de las características propias de las actividades constructivas y de su ubicación. Es de considerar que toda obra y/o actividad de este tipo tendrá impactos sobre el ambiente y sus componentes ambientales en diferente nivel, los cuales podrán ser de carácter positivo o benéfico, entiéndase como obras o actividades que favorecerán la estabilidad del medio, o de carácter negativo o adverso, que representarán afectaciones a algún(os) componente(s) ambiental(es) o proceso(s). La identificación y valoración, tanto cualitativa y/o cuantitativa, de los mismos, así como las medidas ambientales propuestas para mitigarlos, prevenirlos y/o compensarlos, dará a la autoridad competente las herramientas para determinar la factibilidad del desarrollo del proyecto y, por consiguiente, su aprobación o rechazo.

Para estar en la posibilidad de identificar los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo de las obras y/o actividades que conforman un proyecto se han creado numerosas técnicas de evaluación de impactos ambientales. Estas técnicas, además de servir para identificar los impactos ambientales potenciales, también determinan los factores ambientales que deben incluirse en una descripción del

medio afectado, para proporcionar información de la predicción y evaluación de los impactos específicos, así como para permitir una evaluación sistemática de las alternativas posibles y una selección de las medidas ambientales a implementar.

Considerando que el medio físico, biológico y social, en el sitio en el que se pretende realizar el proyecto presenta características propias, se ocasionarán impactos particulares de acuerdo con el entorno que los rodea. El objetivo del ejercicio realizado en este capítulo es, precisamente, identificar esos posibles impactos ambientales particulares, por lo que, a continuación, se describe la metodología empleada y los resultados obtenidos.

V.1.1 Indicadores de impacto ambiental

De acuerdo con lo definido por Von Schiller *et al*. (2003), los indicadores de impacto ambiental son una herramienta imprescindible para la política y gestión medioambiental, de los que la sociedad exige una respuesta eficaz frente a la degradación creciente del ambiente. Desde este punto de vista, los indicadores ambientales surgen con el fin de incorporar los criterios ambientales en la toma de decisiones, intentando dotarles de la misma categoría y valor que otros criterios, hasta ahora utilizados.

Los autores antes referidos definen como indicador ambiental a "*la variable o suma de variables que proporcionan una información sintética sobre un fenómeno ambiental complejo, y permite conocer y evaluar el estado y la variación de la calidad ambiental*", el cual debe cumplir los criterios de: validez científica, disponibilidad y fiabilidad de datos, representatividad, sensibilidad a cambios, sencillez, relevancia y utilidad, comparabilidad y razonable relación costo / beneficio.

Los indicadores ambientales tienen como principal característica que representan intentos para reducir la complejidad, evitar mediciones demasiado complicadas y seleccionar métodos simples, que, sin embargo, pueden conducir a una representación satisfactoria de una relación compleja (Müller y Lenz, 2006). Desde el punto de vista de la evaluación, estos sirven para determinar la situación y presiones a las que está sometido el ambiente, permiten el desarrollo de medidas y prioridades, y la identificación de alternativas y aspectos críticos. Asimismo, sirven para evaluar los efectos de las medidas ambientales aplicadas con el fin de prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales generados por la ejecución de una obra y/o actividad.

Con base en lo antes referido, para el desarrollo del presente proyecto se tomaron como referencia para los indicadores ambientales lo establecido en la siguiente normatividad y criterios de decisión:

a) Calidad del aire por la emisión de gases y partículas sólidas: Este subfactor ambiental se verá afectado por la emisión de polvos y gases de combustión, siendo las principales fuentes emisoras los vehículos y equipos automotores empleados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. Las fuentes emisoras y el grado de afectación estará en función de:

- Distancia de acarreo y transporte de materiales, equipos e insumos para la realización del proyecto.
- Tiempo de operación y número de fuentes emisoras en operación.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las normas oficiales mexicanas:

- NOM-041-SEMARNAT-1999. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-042-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape de vehículos automotores.
- NOM-045-SEMARNAT-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.
- NOM-020-SSA1-2021. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O_3). Valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-022-SSA1-2019. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-023-SSA1-2021. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-025-SSA1-2014. Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

b) Confort sonoro (generación de ruido): La operación de maquinaría, vehículos y equipo para la preparación del sitio y construcción del proyecto serán los principales agentes que ocasionarán la afectación a este subfactor ambiental, así como durante la operación y mantenimiento del proyecto. La afectación ambiental dependerá de la frecuencia e intensidad de las emisiones sonoras, así como el patrón de tiempo y el timbre de sonido que se emita, lo cual estará en función de:

- Número, tiempo de operación, ubicación e intensidad de las emisiones de las ondas sonoras de los agentes generadores de ruido operando.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las normas oficiales mexicanas:

- NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.
- NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

  Nota: Estas dos últimas normas se toman como referencia, ya que el desarrollo del proyecto no contempla la construcción, instalación u operación de una fuente fija emisora de ondas acústicas.
- WHO (1999), Guidelines for community noise.

c) Suelo: Con el desarrollo del proyecto, el suelo será otro de los componentes ambientales que sufriría impactos ambientales directos. Estos irán desde la alteración de su perfil de desarrollo, hasta la contaminación del suelo por la dispersión, derrame y fugas de residuos; ambas afectaciones en áreas muy puntuales. La determinación del nivel de afectación y recuperación del componente ambiental en cuestión estará determinada por los siguientes indicadores ambientales:

- Superficie contaminada por dispersión, derrames y fugas de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
- Superficie de suelo afectada por el desplante de las obras.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las unidades de superficie afectadas.

d) Abundancia, riqueza y movilidad de especies de fauna silvestre: Derivado del incremento del moviendo de gente y vehicular en el área del proyecto, la fauna silvestre se puede ver desplazada hacia sitios con menor alteración y mejores condiciones de hábitat. Los indicadores potenciales para evaluar el impacto ambiental en este componente ambiental serán:

- Número de especies e individuos a rescatar y reubicar, totales y en categoría de riesgo.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por la norma oficial mexicana:

- NOM-059-SEMARNAT-2001: MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, publicada el 30 de diciembre de 2010.

Las especies en riesgo y su abundancia se determinan con base a los resultados de los muestreos realizados para la caracterización del componente en cuestión, incluido en el capítulo IV, apartado IV.3.2.2, de esta MIA-R.

e) Calidad estética del paisaje e impacto visual: Estos subfactores ambientales se verán afectados por la instalación de la infraestructura dentro del sitio del proyecto. Los indicadores de evaluación del impacto a considerar son:

- Número, dimensiones, características constructivas y ubicaciones de las obras del proyecto.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por:

- Superficie total por afectar, en proporción a la superficie total del predio.

Los indicadores ambientales para cada uno de los componentes ambientales referidos son contemplados en dos apartados del presente documento técnico unificado. Primero, se consideraron en este capítulo para asignar el valor de cada criterio que se incluye en la fórmula para calcular el valor del impacto, como se describe posteriormente; para ello, se tomó en cuenta la caracterización de los componentes ambientales a afectar y el tipo de obras y actividades a realizarse, las que en conjunto determinan el grado de afectación. Y, en segundo lugar, después se retoman en el capítulo VII para el planteamiento de las medidas ambientales y los programas a implementar.

Es a través de los indicadores establecidos y el monitoreo del comportamiento ambiental como se podrá definir si los resultados obtenidos de la aplicación de las medidas ambientales están dentro del marco jurídico establecido y dentro de los límites fijados, o bien, si se requiere la implementación de medidas ambientales adicionales.

V.1.2 Identificación de las acciones del proyecto y factores del ambiente

De acuerdo con Gómez - Orea (1999), la identificación de las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos y de los factores del ambiente susceptibles de recibir los impactos, se facilita haciendo uso de instrumentos existentes, tales como:

- Cuestionarios generales o específicos para diversos tipos de proyectos. Estos cuestionarios suelen utilizarse, además, para la emisión rápida de juicios sobre los proyectos a que se aplica. Y, también ayudan a la reflexión y a la detección de los principales conflictos.
- Consulta a paneles de expertos.
- Entrevistas con personas y agentes de distintos intereses y sensibilidad ante el proyecto.
- Escenarios comparados. Es decir, análisis empírico de situaciones donde el proyecto a evaluar ha sido realizado.

- Matrices genéricas preexistentes de relación causa - efecto, como la conocida tipo Leopold, cuyas entradas por columnas tipifican un amplio conjunto de acciones susceptibles de producir impactos, la elaborada por la Comisión Internacional de Grandes Presas, etc.

Para la identificación de los impactos ambientales que ocasionará el desarrollo del proyecto se utilizó una combinación de métodos, en consideración de lo antes referido, cuya secuencia de aplicación se presenta en la Tabla V.1.

Tabla V.1. Etapas del proceso y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto.

Etapa del proceso de identificación y evaluación	Técnica empleada
Identificación de las acciones del proyecto y factores ambientales	• Revisión de matrices genéricas preexistentes de relación causa – efecto (Tipo Leopold). • Escenarios comparados. • Lista de chequeo.
Identificación de interacciones entre acciones del proyecto y elementos ambientales	• Matriz de relación causa – efecto (Tipo Leopold). • Sobreposición de mapas.
Jerarquización de impactos ambientales significativos.	• Valorización y cribado y descripción de los impactos.

V.1.3 Identificación de impactos

En este caso y como lo solicita el guía para la presentación de una manifestación de impacto ambiental, modalidad regional, se evaluarán los impactos acumulativos y residuales que se definen a continuación:

Impacto ambiental acumulativo, es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual, aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

El desarrollo del presente capítulo se sustenta en la descripción del proyecto realizada en los capítulos previos y que incluye el análisis y evaluación de la línea base, que se refiere a las características y condiciones del SAR en el momento cero, antes de la implementación del proyecto, que incluye al área del proyecto, le cual se encuentra ampliamente descrito en el capítulo IV de esta MIA-R.

Como parte del proceso de identificación de los impactos ambientales a generarse por la ejecución del proyecto, primero se empleó la técnica de identificación de impactos ambientales denominada lista de chequeo simple, la cual se considera básicamente una técnica cualitativa de identificación de impactos ambientales. Esta consta de actividades que pueden generar impactos asociadas a factores o subfactores ambientales susceptibles de ser alterados. Es una técnica altamente flexible, pudiendo reducirse o

ampliarse en función de las necesidades que sean requeridas, que se utiliza para planificar un estudio de impacto ambiental, sin llegar a entrar en términos de valoración cuantitativa. Razón por la cual, en el presente estudio se emplea en la primera fase del proceso de identificación de los impactos ambientales. Tomando en cuenta su carácter flexible, para el presente caso se utilizó para identificar los medios, factores y subfactores ambientales potenciales de afectar, los cuales fueron identificados durante el proceso de comparación de escenarios.

Esta lista de chequeo resultó de una revisión de matrices genéricas preexistentes y de un ejercicio de escenarios comparados usando como base los trabajos de esta empresa promovente en proyectos que han sido elaborados previamente en diferentes regiones del país, incluyendo la misma región donde se pretende ejecutar el presente proyecto.

En este apartado se identifican las relaciones causa-efecto entre las acciones derivadas del proyecto que pueden causar impactos y de los atributos ambientales potencialmente receptores.

Cada relación causa-efecto identifica un impacto potencial cuya significación habrá que evaluar después. Estas relaciones no son simples, sino que frecuentemente hay una cadena de efectos primarios, secundarios, inducidos, etc. que arrancan en la acción y terminan en los seres vivos, en los bienes materiales y, en suma, en el hombre.

Como se mencionó anteriormente, la matriz se desarrolla con el objetivo de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto y medio ambiente. Para lograr establecer dichas relaciones, la matriz contiene en sus columnas las etapas de las obras a construir que forman parte integral del proyecto, mismas que se identifican a través del uso de árboles de actividades por etapas de desarrollo del proyecto. Y, por otro lado, en sus filas se incluyen los principales factores y subfactores ambientales sobre los que podrían incidir, mismos que se identifican a través de un árbol de factores, por subsistema y medio ambiente. Como resultado final, del cruzamiento realizado entre actividades por subfactores se tiene la relación de la causa y el efecto.

Las etapas del proyecto y las obras y actividades constituyen los Elementos y Actividades del proyecto en la matriz de identificación; mientras que los factores del medio susceptibles de recibir impactos están diferenciados por factores y subfactores ambientales. En la Tabla V.2 y V.3 se presentan, primero, las actividades y elementos, por etapa de desarrollo, que serían potenciales generadores de impactos ambientales; y, en la segunda, los factores y subfactores, por subsistema y medio ambiental, susceptibles de verse impactados.

Tabla V.2. Actividades y elementos del proyecto que son potenciales generadores de impactos ambientales.

Etapa	Elemento	Actividad
Preparación del sitio	Habilitación del área	• Delimitación del área. • Trazado de área de desplante de obra.

Etapa	Elemento	Actividad
Construcción	Instalación de ductos	• Transporte de equipos y materiales. • Excavación y afine de zanja. • Aplicación de anticorrosivo. • Tendido de tubería y válvulas. • Señalización • Relleno y compactación. • Reencarpetamiento.
	Habilitado de ERM y City Gate	• Transporte de equipos y materiales. • Excavación y cimentación. • Construcción del componente. • Equipamiento de infraestructura. • Protección de infraestructura. • Reacondicionamiento de áreas afectadas.
Operación y mantenimiento	Operación de líneas	• Distribución de gas • Patrullaje de ductos • Detección de fugas
	Mantenimiento	• Mantenimiento de válvulas y registros. • Mantenimiento de obra civil. • Control de señalización.
Abandono	Desmantelamiento	• Retiro de materiales • Restitución de áreas

Tabla V.3. Factores y subfactores ambientales potenciales de ser impactos por el desarrollo del proyecto.

Medio	Factor	Subfactor
Abiótico	Suelo	• Propiedades físico. • Composición química (por contaminación debido a acumulación de residuos y derrames de sustancias químicas peligrosas).
	Aire	• Calidad. • Confort sonoro.
Biótico	Fauna	• Abundancia.

Medio	Factor	Subfactor
		• Especies en categoría de riesgo.
Medio perceptual	Base paisajística	• Calidad estético - paisajística.
Socioeconómico	Calidad de vida	• Empleos. • Derrama económica local y regional.
	Infraestructura y servicios	• Oferta de servicios.

En la Tabla V.4 se presenta una descripción de la afectación que tendría cada uno de los subfactores ambientales sobre los que incidiría, relacionándolos de manera general a las obras y actividades a ejecutarse como parte del desarrollo del proyecto.

Tabla V.4. Afectación ocasionada a los subfactores ambientales por llevar a cabo las obras y actividades del proyecto.

Subfactor	Impacto	Descripción
Propiedades físico del suelo	Alteración de las propiedades físicas	La manipulación del perfil del suelo, actualmente degradado por la cobertura de la carpeta asfáltica, concreto, adoquín o empedrado, durante el zanjeo y relleno de la zanja, ocasionaría alteración de las propiedades físicas en los perfiles del suelo más profundos que no fueron alterados previamente en las áreas de actuación. Durante el proceso de constructivo de las vialidades, se forma, primeramente, la subrasante y después la subbase, siendo capas formadas con material especial, el cual es tendido y compactado a determinados niveles de compactación para, posteriormente, tender la carpeta de rodamiento. En este caso, el zanjeo normal tendrá un ancho de 0.15, 0.20 y 0.30 m, dependiendo del diámetro del tubo, así como una profundidad normal que iría de 0.45 a 0.65 m, según sea suelo rocoso o sin roca, y hasta 0.90 – 1.20 y 2.00 m, en derecho de vía y cruces de ferrocarril, respectivamente, contemplando una longitud total de m. Estas medidas son para ductos de acero, en 48,066.89 m de longitud, lo que podría llegar a afectar el horizonte del suelo que se encuentra cubierto por la vialidad y zonas con desarrollo urbano e industrial.
Composición química del suelo	Degradación química	Cambios de las propiedades químicas del suelo y contaminación debido a fugas y derrames de sustancias químicas y residuos peligrosos, así como por dispersión de residuos de manejo especial y sólidos urbanos.

Subfactor	Impacto	Descripción
Calidad del aire	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	Incremento de la concentración de partículas y sustancias contaminantes criterio en la atmósfera derivado de las emisiones de los automotores durante la operación de vehículos, maquinaria, equipos automotores y movimientos de tierra.
Confort sonoro	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Incremento de las ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido provenientes de la operación de vehículos automotores, maquinaria pesada, equipos automotores, principalmente.
Abundancia de fauna	Disminución del número de individuos de especies de fauna silvestre	Disminución del número de individuos que se desplazan en los sitios aledaños en las áreas en construcción.
Especies de fauna silvestre en categoría de riesgo	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	Del listado general de especies de fauna silvestre en el SAR del proyecto, resultado del trabajo de campo y revisión de literatura, se identificaron cinco especies que se encuentran en la lista de especies en categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Especies clasificadas como amenazadas están la serpiente alicante (*Pituophis deppei*) y el cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*). Y, las especies catalogadas bajo la categoría de protección especial son: la lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*), la tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*) y la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*). Por lo que, al estar presentes en el SAR existe cierta posibilidad de que el desarrollo del proyecto interfiera con algunos individuos, sin poner en riesgo la especie.
Calidad estético - paisajística	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	Rompimiento de la armonía estructural de los componentes que definen el paisaje urbano y ambiental por efecto de la construcción de las obras que componen el planteamiento del proyecto. Una vez instalados los ductos y cerradas las zanjas, el paisaje urbano y ambiental en las áreas de trabajo retornaría a sus condiciones previas, siendo puntos de excepción la instalación de las señalizaciones, las ERM y el City Gate.
Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Demanda de mano de obra calificada y no calificada, directa e indirecta, para la construcción y realización de las obras y actividades derivadas por la ejecución del proyecto.
Derrama económica local y regional	Impulso a la economía local y regional por la	Generación y fomento de intercambio comercial a nivel local y regional.

Subfactor	Impacto	Descripción
	derrama económica	
Oferta de servicios	Oferta de servicios de combustible	La construcción de la red de distribución de gas natural, objetivo del presente proyecto, pondría a disposición de la población una alternativa altamente competitiva para satisfacer la demanda de combustible y con menor impacto al medio ambiente que el uso de gas LP.

Con el fin de complementar la identificación de los componentes y factores que serían potencialmente afectados por el proyecto, de manera auxiliar se empleó la metodología de sobreposición de mapas, la cual es clasificada como un método gráfico (Figura V.1). Como parte de este análisis, se sobrepusieron las obras involucradas sobre la carta de uso del suelo y vegetación con la finalidad de poder determinar la condición o factor ambiental por afectar por obra del proyecto. En este caso, se tomó la imagen de Google Earth del 2020, apoyándose en la carta de uso de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI, por ser una imagen que refleja con mayor precisión las condiciones de uso de suelo y distribución de la cobertura vegetal en el área y, de este modo, poder determinar las condiciones actuales de las áreas por donde se desplantarían las obras del proyecto.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



V.1.4 Desarrollo de la metodología de identificación de impactos

Una vez detectados los medios, factores y subfactores ambientales potenciales de verse afectados por la ejecución de las obras y actividades del proyecto, tratando de subsanar las deficiencias de las técnicas empleadas, ya en la fase de identificación de los impactos ambientales, dentro del proceso de evaluación, se empleó un método matricial causa - efecto. Los métodos matriciales normalmente empleados para la identificación de impactos ambientales son, el denominado "Matriz de interacciones tipo Leopold" (Leopold et al., 1971), y el de Battelle – Columbus Laboratories (1972). En este caso, se decidió utilizar, en una primera fase, la matriz tipo Leopold.

La matriz de interacciones (causa – efecto) tipo Leopold, es una metodología que puede extenderse o contraerse dependiendo del número de actividades que comprende el proyecto y del número de factores y atributos ambientales que se verán involucrados, lo que la hace una metodología flexible y práctica (Canter, 1998; Forcada, 2000; Coria, 2008). Estas características fueron las que se tomaron en cuenta para utilizarla en el proceso que nos ocupa, considerando la diversidad de obras y actividades involucradas y de los diversos factores y atributos ambientales a considerarse en la evaluación.

Para su aplicación, después de haber determinado los factores ambientales a afectar mediante la lista de chequeo y de haber identificado las obras y actividades potenciales generadoras de impactos ambientales, se procedió a elaborar la matriz (tabla de doble entrada) correspondiente. Como parte de este ejercicio, se identificaron las interacciones existentes entre los atributos (subfactores) ambientales (filas de la matriz) y las obras y/o actividades del proyecto (columnas de la matriz), con las letras A y B, las cuales hacen referencia al carácter del impacto ambiental potencial, empleando la letra "A" para identificar la interacción negativa o adversa al ambiente, y la "B", cuando la interacción se considera positiva, por representar un beneficio.

Es importante mencionar que, en la matriz se incluyen todos los casos en los que puede haber una relación entre actividad del proyecto – subfactor ambiental, sin discriminar aquellos en que la interrelación no causa una modificación. De tal manera que, esta matriz ofrece un panorama general de las interacciones, ya sean adversas o benéficas, que cada obra o actividad del proyecto producirá sobre cada uno de los factores ambientales; sin considerar, aún, la valoración del impacto ambiental potencial identificado.

En este caso específico, los criterios que se aplicaron para la definición de los factores y subfactores ambientales que se verían afectados por la modificación son los siguientes:

- Ser representativos del entorno afectado y, consecuentemente, del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, esto es, que no existan solapamientos ni redundancias.
- Ser de fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación estadística.

Se identificaron 92 relaciones actividades del proyecto – subfactores ambientales que son susceptibles de recibir un cambio. Del total de interacciones potenciales identificadas, 39 se consideran benéficas y 53 adversas. La etapa de construcción es donde se identifica una mayor relación causa – efecto con 65 interacciones, de las cuales 39 son adversas y 26 benéficas. Mientras que, en las etapas de preparación del sitio se tienen dos interacciones totales, ambas benéficas; en la etapa de operación y mantenimiento se tienen ocho adversas y mismo número de benéficas, 16 totales; y, por último, en la etapa de abandono también se identificaron nueve interacciones totales, seis adversas y tres benéficas. La matriz causa – efecto completa se presenta en la Tabla V.5:

Aspectos ambientales			Etapas de desarrollo del proyecto																							
Componente	Factor	Subfactor	Preparación del sitio		Construcción													Operación y mantenimiento						Abandono			
			Habilitación del área		Instalación de ductos							Habilitado de ERM y City Gate						Operación de línea			Mantenimiento			Desmantelamiento			
			Delimitación del área	Trazado de áreas de desplnate de obras	Transporte de equipos y materiales	Excavación y afine de zanja	Aplicación de anticorrosivo	Tendido de tubería y válvulas	Señalización	Relleno y compactación	Reencarpetamiento	Transporte de equipos y materiales	Excavación y cimentación	Construcción del componente	Equipamiento de infraestructura	Protección de la infraestructura	Reacondicionamiento de áreas afectadas	Distribución de gas	Patrullaje de ductos	Detección de fugas	Mantenimiento de válvulas y registros	Mantenimiento de obra civil	Control de señalización	Retiro de materiales	Restitución de áreas	A (53)	B (39)
Abiótico	Suelo	Propiedades físico del suelo				A				A			A	A												4	
		Composición química				A	A				A		A	A	A	A						A		A		9	
	Aire	Calidad			A	A					A	A	A						A	A	A	A		A		10	
		Confort sonoro			A	A				A	A	A	A				A		A	A	A			A		11	
Biótico	Fauna	Abundancia			A	A		A		A	A	A												A		7	
		Especies en categoría de riesgo			A	A		A		A	A	A												A		7	
Medio perceptual	Base paisajística	Calidad estético - paisajística				A			A		B		A	A			B								B	4	3
Socioeconómico	Calidad de vida	Empleos	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		B	B	B	B	B	B	B		22
		Derrama económica local y regional			B	B		B	B	B	B	B		B	B	B	B					B	B				13
	Infraestructura y servicios	Oferta de servicios																B						A		1	1
Impactos adversos (53)					4	7	1	2	1	4	5	4	5	3	1	1	1		2	2	2	2		6			
Impactos benéficos (39)			1	1	2	2	1	2	2	2	3	2	1	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2	1	2		
Adversos			0		39													8						6			
Benéficos			2		26													8						3			

Tabla V.5. Matriz de interacciones entre actividades a ejecutar por el desarrollo del proyecto y los atributos ambientales potencialmente a impactarse, por tipo de interacción (A, adversa y, B, benéfica).

Esta matriz ofrece un panorama general de las interacciones, ya sean adversas o benéficas, que cada actividad del proyecto produciría sobre cada uno de los factores ambientales. Para la identificación de los impactos ambientales potenciales relevantes se procede a realizar una descripción de las relaciones encontradas. Para ello, se debe considerar información relacionada con el desarrollo del proyecto y la caracterización del ambiente en el área de desarrollo.

Tabla V.5. Interacciones identificadas, adversas y benéficas, por factor ambiental y socioeconómico, y las etapas de desarrollo del proyecto.

Medio	Factor	Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento		Abandono	
		Adverso	Benéfico	Adverso	Benéfico	Adverso	Benéfico	Adverso	Benéfico
Abiótico	Suelo	---	---	11	---	1	---	1	---
	Aire	---	---	12	---	7	---	2	---
Biótico	Fauna	---	---	12	---	---	---	2	---
Medio perceptual	Base paisajística	---	---	4	2	---	---	---	1
Socio - económico	Calidad de vida	---	2	---	24	---	7	---	2
	Infraestructura y servicios	---	---	---	---	---	1	1	---
Interacción	Subtotal	---	2	39	26	8	8	6	3
	Total	**2**		**65**		**16**		**9**	

V.2 Valoración de impactos

Una vez detectados los componentes, factores y subfactores ambientales potenciales de verse afectados por la ejecución de las obras y actividades del proyecto, tratando de subsanar las deficiencias de las técnicas empleadas, ya en la fase de evaluación de los impactos ambientales dentro del proceso de evaluación, se empleó el método matricial denominado *Rapid Impact Assessment Method* modificado (RIAM-M) (Pastakia, 1998; Ijäs *et al.*, 2010). El método original fue desarrollado por Christopher Pastakia a fines de la década de 1990 (Pastakia, 1998; Pastakia y Jensen, 1998), y desde entonces es comúnmente usado en diversos tipos evaluaciones de impacto ambiental.

Se trata de una herramienta para organizar, analizar y presentar los resultados de la evaluación de impacto ambiental a través de una matriz estructurada que permite que tanto los juicios subjetivos como los basados en datos cuantitativos se hagan de manera similar, proporcionando un registro transparente de los juicios emitidos. La forma matricial en la cual se encuentra estructurada permite realizar un análisis completo del impacto ambiental, o bien, segregar la evaluación por componente ambiental, brindándole a esta metodología flexibilidad operativa.

El RIAM es un método ampliamente usado como parte del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, aunque fue originalmente desarrollada para la evaluación de proyectos de tipo turístico, ha sido usado indistintamente para proyectos de diversa índole, bajo diversas condiciones, escenarios y alternativas de desarrollo (Pastakia y Jensen, 1998; Pastakia *et al.*, 1998; Jensen y Laursen, 1998; Kuitunen *et al.*, 2008; Momeni *et al.*, 2011; Mahiny et al., 2011; Mihaiescu *et al.*, 2015; Fricovsky et al., 2016; Karami *et al.*, 2016; Valizadeh y Hakimian, 2018; Kumar et al., 2019).

Además, comparando metodologías de evaluaciones de impacto ambiental, se ha concluido que el RIAM puede usarse efectivamente para comparar los impactos ambientales y sociales de proyectos aún y cuando los casos evaluados sean diferentes y solo compartan pocas cosas en común (Kuitunen *et al.*, 2008). Incluso, de los métodos semicuantitativos de evaluación de impacto ambiental, entre ellos el de Bojorquez-Tapia *et al.* (1998), Gómez-Orea (1999), Conesa (2000) y Espinoza (2002), el RIAM es el que se utiliza mayormente en artículos científicos que implican la evaluación del impacto ambiental.

Como método semicuantitativo, en el RIAM la evaluación de los impactos ambientales, como parte del análisis, la valoración de los impactos se puede traducir a una forma numérica, metodología que puede ser comparada y revisada fácilmente por las partes interesadas que no participan en el proceso de evaluación real. Es decir, se trata de un método que, en la práctica, como parte de los estudios de impacto ambiental, es fácilmente implementado por la parte interesada (el promovente del proyecto), y revisado y validado por la autoridad encargada de la evaluación y dictaminación del proyecto, así como integrantes de la sociedad civil.

Criterios para la evaluación de los impactos

En el RIAM, los impactos que ocasionan las actividades de un proyecto son evaluados contra los componentes ambientales, y para cada componente se determina una escala (usando lo criterios definidos), la cual provee una medida del impacto esperado para el componente. Los criterios de evaluación importantes se dividen en dos grupos:

(A) Criterios que son importantes para la condición y que pueden cambiar individualmente la puntuación obtenida.

(B) Criterios que son el valor de la situación, pero individualmente no pueden ser capaces de cambiar el valor obtenido.

Originalmente se utilizaban cinco criterios de evaluación, a saber, importancia del impacto (A1), magnitud (A2), permanencia (B1), reversibilidad (B2) y acumulabilidad (B3) (Pastakia, 1998). Sin embargo, Ijäs *et al.* (2010) propusieron incluir la susceptibilidad del ambiente objetivo (B4) como un sexto criterio a considerar en la evaluación de los impactos como parte de esta metodología.

El valor asignado a cada uno de los grupos de criterios se determina mediante el uso de una serie de fórmulas simples. El sistema de puntuación requiere una simple multiplicación de las puntuaciones otorgadas a cada uno de los criterios del grupo A.

$$AT = (A1) * (A2)$$

El cero en los criterios del grupo A significa que no hay cambio o no es importante en el análisis.

Las puntuaciones para los valores de los criterios del grupo B son aditivos y juntos proveen una suma simple.

Ecuación original (Pastakias, 1998):

$$BT = B1 + B2 + B3$$

Ecuación modificada por Ijäs *et al.* (2010):

$$BT = B1 + B2 + B3 + B4$$

La puntuación de la suma de los criterios del grupo B se multiplica por el resultado de la puntuación del grupo A para obtener el puntaje de evaluación del impacto.

$$ES = AT * BT$$

ES = Es el puntaje o valor de evaluación para la condición.

El cero se evita en el grupo A y cuando no hay cambio o no es importante se representa con 1, esto para evitar obtener un valor de cero como resultado final. Las escalas para asignar el valor de cada criterio, tanto para los del grupo A como a los del grupo B, se encuentran en la siguiente Tabla V-7.

Tabla V.6. Escalas de evaluación de los criterios a considerar en el procedimiento de evaluación de impactos ambientales en el método RIAM modificado.

Criterio	Escala	Descripción
A1: Importancia de la condición. Es evaluada contra los límites espaciales o interés humano que se vería afectado	4	Importancia a interés nacional / internacional: El área que cubre puede ser el país definido como un todo o el impacto objetivo tiene significancia a nivel nacional y/o internacional.
	3	Importancia a interés a nivel regional / nacional: El área que cubre puede estar definida por una región singular del país con sus alrededores inmediatos.
	2	Importancia a nivel de áreas alrededor de la condición local: El área de cobertura puede estar definida como una parte de la región, pero, sin

Criterio	Escala	Descripción
		embargo, es mayor que un impacto local. Por ejemplo, el municipio como un todo.
	1	Importancia solo en el contexto local: El área de cobertura es pequeña y puede estar definida de forma puntual, por ejemplo, una localidad dentro del municipio.
	0	Sin importancia
A2: Magnitud del cambio/efecto. La magnitud es definida como una medida de valoración del beneficio o no de un impacto o condición.	3	Mayor efecto positivo
	2	Mejoramiento significativo del estado actual
	1	Mejoramiento del estado actual
	0	Sin cambio
	-1	Cambio negativo del estado actual
	-2	Cambio negativo significativo
	-3	Mayor cambio negativo
B1: Permanencia. Define la temporalidad (o permanencia) del impacto. Debe ser vista como una medida temporal del estado actual de la condición.	1	Sin cambio o no aplica.
	2	Temporal a corto plazo: El impacto durará solo por un periodo corto de tiempo (pocas semanas o meses).
	3	Temporal a medio término: El impacto durará aproximadamente entre 1 y 10 años.
	4	Permanente o largo plazo: El impacto se entiende por ser un impacto permanente o durará por más de 10 – 15 años.
B2. Reversibilidad. Define si la condición puede ser cambiada. Es una medida de control sobre el efecto de la condición.	1	Sin cambio / no aplica.
	2	Reversible: El estado original del ambiente será restaurado rápidamente (en semanas o meses) después de que la actividad ha terminado.
	3	Reversible lentamente: El impacto cambia el ambiente sustancialmente, pero la restauración puede ser observada. Sin embargo, la recuperación total durará muchos años.
	4	Irreversible: El impacto ha cambiado el ambiente permanentemente o la restauración durará al menos entre 10 y 15 años.

Criterio	Escala	Descripción
B3. Efecto acumulativo o sinérgico del impacto. Mide si el efecto tendrá un solo impacto directo o si habrá un efecto acumulativo a través del tiempo.	1	Sin cambio / no aplica.
	2	No acumulativo o simple: El impacto puede estar definido como simple (sin interacción con otros impactos).
	3	Acumulativo o sinérgico: Los impactos acumulativos y/o sinérgicos existen en el ambiente del proyecto, pero las significancias de estas interacciones son inciertas.
	4	El impacto tiene efectos acumulativos o sinérgicos con el de otros proyectos o actividades que ocurren en la misma área.
B4. Evalúa la susceptibilidad del ambiente objetivo al cambio y afectación. Está determinado por la susceptibilidad del ambiente al cambio.	1	Sin cambio o no aplica.
	2	El área es estable para los cambios ambientales causados por el proyecto planificado y no tiene valores ambientales significativos que deban considerarse durante el proceso de evaluación.
	3	El área objetivo es sensible a los cambios ambientales y/o tiene valores intrínsecos localmente significativos (fuera del área objetivo real).
	4	El área objetivo es extremadamente sensible a los cambios ambientales y/o tiene valores intrínsecos con importancia a nivel regional o nacional.

Como parte del procedimiento de evaluación del impacto y valorando los cambios al ambiente con base a los criterios y escala antes mencionada, se obtiene el puntaje de evaluación del impacto (ES), resultado de multiplicar el resultado de los criterios A y B. Para uniformizar la interpretación del grado del impacto, los valores obtenidos se ubican en la escala ambiental que consta de nueve rangos de valores en la propuesta de modificación del RIAM (Ijäs *et al.*, 2010). El rango de la escala para la evaluación en el RIAM modificado va de -192 a 192, siendo el cero la escala que indica que no hay cambio con respecto al estado actual, cuando el RIAM original tiene un rango que va de -108 a 108, dividido en 11 rangos de valores. En la Tabla V.8 se muestran los rangos de valores de las escalas para clasificar la evaluación del impacto en la propuesta de modificación del RIAM (Ijäs *et al.*, 2010), la cual es considerada en el análisis de esta propuesta.

Tabla V.7. Rango de agrupación de la escala para el resultado de la evaluación del impacto ambiental de acuerdo con la escala del RIAM modificado.

Escala del valor de la evaluación (ES)	Valor alfabético del rango	Valor numérico del rango	Descripción de la agrupación del rango
108 a 192	D	+4	Mayor impacto positivo

Escala del valor de la evaluación (ES)	Valor alfabético del rango	Valor numérico del rango	Descripción de la agrupación del rango
54 a 107	C	+3	Impacto positivo significativo
31 a 53	B	+2	Impacto positivo moderado
1 a 30	A	+1	Impacto positivo ligero
0	N	0	Sin cambios en el estado actual
-1 a -30	-A	-1	Impacto negativo ligero
-31 a -53	-B	-2	Impacto negativo moderado
-54 a -107	-C	-3	Impacto negativo significativo
-108 a -192	-D	-4	Mayor impacto negativo

Componentes de evaluación

Como parte del procedimiento de evaluación, los impactos ambientales identificados se clasifican en cuatro componentes ambientales de evaluación de acuerdo con el tipo de impacto de que se trate. Estos componentes ambientales caen dentro de cuatro categorías, las cuales están definidas como sigue:

- Física / química (FQ): Cubre todos los aspectos físicos y químicos del ambiente, incluyendo recursos naturales finitos (no biológicos) y degradación del ambiente físico por contaminación.
- Biológico / ecológico (BE): Cubre todos los aspectos biológicos del ambiente, incluyendo los recursos naturales renovables, conservación de la biodiversidad, interacción de especies, y contaminación de la biósfera.
- Sociológico / cultural (SC): Cubre los aspectos humanos del medio ambiente, incluyendo temas sociales que afectan a comunidades e individuos; junto con los aspectos culturales, incluyendo conservación de patrimonio y desarrollo humano.

Económico / operacional (EO): Para identificar cuantitativamente las consecuencias económicas de los cambios ambientales, tanto temporales como permanentes, así como las complejidades del manejo del proyecto dentro del contexto de sus actividades.

V.2.1 Descripción y caracterización de los impactos

En total se identificaron 10 diferentes impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto, entre adversos y benéficos, los cuales se determinan por el número de subfactores de los aspectos ambientales (Tabla V.5). Cada uno de ellos con la posibilidad de presentarse en las tres diferentes etapas de desarrollo del proyecto. No obstante, debido a las obras y actividades que implica el desarrollo y las condiciones ambientales del predio, algunos solo se generarían en una o dos de las etapas. El

entrecruzamiento de estos 10 impactos potenciales a generarse en los subfactores ambientales con las obras y actividades del proyecto son los que generan las 92 interacciones, adversas y benéficas, identificadas.

Considerando el entrecruzamiento entre las obras y actividades del proyecto con el tipo de impactos a generarse de acuerdo con los subfactores ambientales, en total se identificaron 24 impactos ambientales potenciales (Tabla V.9). De estos 24 impactos ambientales, solo uno se presentaría como parte de las actividades de preparación del sitio, nueve en la etapa de construcción, seis durante la operación y mantenimiento y ocho por el abandono del proyecto.

Tabla V.8. Generación de los impactos ambientales potenciales en función de la etapa en que se presentan.

No	Impacto ambiental	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
1	Alteración de las propiedades físicas del suelo	---	X	---	---
2	Degradación química del suelo	---	X	X	X
3	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	---	X	X	X
4	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	---	X	X	X
5	Disminución del número de individuos de especies de fauna silvestre	---	X	---	X
6	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	---	X	---	X
7	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	---	X	---	X
8	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	X	X	X	X
9	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	---	X	X	---
10	Oferta de servicios de combustible	---	---	X	X
Impactos ambientales (No.)		**1**	**9**	**6**	**8**

La alteración de las propiedades físicas del suelo es un impacto ambiental adverso que se ocasionaría solo una vez teniendo lugar en la etapa de construcción, siendo el de menor ocurrencia. Por el contrario, el incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos sería el único impacto que se tendría en las cuatro etapas de desarrollo del proyecto. La degradación química del suelo, la alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire y las emisiones de ondas acústicas fuertes se generarían en las etapas

de construcción, operación y mantenimiento y abandono del proyecto. Por último, los impactos que solo se presentarían en dos etapas son: la disminución del número de individuos de fauna silvestre, la afectación a ejemplares de fauna silvestre en categoría de riesgo y el incremento de ofertas de servicios de combustible, los dos primeros se presentarían durante la construcción y abandono del proyecto y, el tercero durante la operación y el abandono, uno positivo y el otro negativo.

De este modo, la descripción de los impactos ambientales identificados se presenta por etapa de desarrollo del proyecto siguiendo el orden de los factores presentados en la matriz de interacciones, de arriba hacia abajo. Cada impacto tiene su propia ficha descriptiva indicando el impacto al que se hace referencia, en la que se indica el factor ambiental impactado, tipo de impacto, las actividades que lo originan, su descripción y el valor de la escala de cada criterio de evaluación.

La asignación de los valores tomó en consideración la condición de los componentes ambientales abióticos, bióticos y socioeconómicos descritos en el capítulo IV de esta MIA-R. La condición más relevante de los componentes con los que se interactuaría más directamente por el desarrollo del proyecto es, de manera resumida:

Geomorfología: Las obras del proyecto se desplanta sobre un terreno con relieve “plano, suavemente ondulado, muy débilmente diseccionado o no diseccionado”, hasta más de 500 que corresponde a una unidad geomorfométrica “montañosa, muy fuertemente diseccionada”.

Suelos: El desplante de las obras se desarrollaría sobre tres de los cuatro tipos de suelo presentes en el SAR, Feozem háplico, Regosol calcárico y Xerosol háplico, implicando más al primero de ellos. Este se trata de un suelo que se caracteriza por provenir de varios materiales no consolidados, con un horizonte superficial rico en materia orgánica y alto porcentaje de saturación de bases, con un perfil de suelo que va normalmente de los 40 a los 70 cm. El polígono del SAR se tiene suelos Feozem háplico, con clases texturales media y gruesa. El Feozem háplico tiene una textura media, son suelos que comúnmente no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo, con un equilibrado contenido de arena, arcilla y limo, es decir, son suelos francos; diferenciándose de los que tienen textura gruesa que estos son suelos que tienen alto contenidos de arena, llegando a ser superior al 70%, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas.

Degradación del suelo: El desplante de las obras está planeado llevarse a cabo sobre un suelo que cuenta con degradación física por pérdida de función productiva debido al desplante de la infraestructura urbana y de vías de comunicación. Aunque, la carta de degradación de suelos de la SEMARNAT la considera con un sitio con degradación química del suelo por la declinación de la fertilidad y reducción de la materia orgánica, sin embargo, hay que considerar que esa clasificación tiene 20 años de haberse realizado, por lo que se encuentra desactualizada.

Calidad del aire: Si bien, las estaciones de monitoreo de la calidad del aire se ubican fuera del polígono del SAR, pero dentro de la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí, sus resultados se pueden tomar como referencia. De acuerdo con los resultados publicado en los informes nacionales de calidad del aire de 2018 y 2019, publicados por el INECC (2018, 2019), de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbada solo las estaciones IPAC y BIB tuvieron información suficiente

para poder evaluar la calidad del aire. Analizando los resultados reportados, en la ciudad no se tuvo problemas de contaminación debido a las concentraciones de O_3, CO, NO_2 ni de SO_2, no así con las emisiones de PM_{10}, donde en la estación BIB se rebasaron los límites máximos normados para el promedio 24 horas y el promedio anual, 36 días de los 365 días del año en 2018 y 52 días en 2019.

De acuerdo con el inventario, en el 2016 se produjeron 5,139 t de PM_{10}, siendo las fuentes de área las principales generadoras, seguida de las emisiones producidas por las fuentes puntuales y, por último, de las fuentes móviles, con una participación del 47.48%, 26.44% y 26.06%, en el orden antes citado. Las principales fuentes generadoras de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ son las ladrilleras, la industria metalúrgica (incluye la siderúrgica) y los camiones de carga media.

Uso de suelo y vegetación: Del análisis realizado a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, escala 1:250,000, serie VII (ver página: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/), resultó que en el SAR existen 14 usos de suelo y vegetación, estos son: agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego semipermanente, agricultura de temporal anual, matorral crasicaule, pastizal inducido, pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, asentamientos humanos y cuerpos de agua. La superficie del SAR cubierta con vegetación secundaria, primaria y el pastizal inducido cubre el 44.35% de las 36,802.64 ha del SAR; siendo mayor la superficie que ya cuenta con un uso de suelo específico, donde el 31.41% del área del SAR tiene un uso agrícola, los asentamientos humanos representan el 23.89% y, por último, los cuerpos de agua implican solo el 0.35%.

De la distribución de los usos de suelo y vegetación, se tiene que las obras del proyecto se desplantarían sobre áreas que ya cuentan con un uso de suelo específico, ya sea clasificado como de asentamientos humanos o atravesando áreas destinadas a la producción agrícola, sin afectar áreas con algún tipo de vegetación forestal.

Además de las condiciones de los componentes ambientales, también se tomó en consideración el avance programado en la ejecución del proyecto y el efecto que tendrían las obras y actividades en la generación de los impactos ambientales para la asignación del valor del criterio para obtener el valor final del impacto ambiental.

A continuación, se procede a la presentación de las fichas descripticas de los impactos ambientales identificados por etapa de desarrollo del proyecto.

V.2.1.1 Fichas descriptivas de impactos para la etapa de preparación del sitio

IMPACTO AMBIENTAL 1: Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos		
Factor ambiental impactado:	Calidad de vida / Generación de empleos	
Tipo de impacto:	Benéfico	
Actividades causantes:	• Delimitación del área de trabajo, incluyendo la superficie de maniobrabilidad de los trabajadores y seguridad de los peatones. • Trazado del área de afectación para la construcción de las obras.	
Descripción:	Tomando en cuenta las áreas en las que se instalarían los ductos para la distribución del gas natural son áreas que ya cuentan con infraestructura urbana y desarrollo como vías de comunicación, principalmente, no se efectuaría, como parte de la preparación del sitio, la limpieza ni deshierbe o desmonte de los sitios. Las actividades de preparación del sitio solo implican la delimitación del área de trabajo, la cual incluye el área de excavación y de desplante de obras, considerando un área buffer de operatividad para los trabajadores y protección de los peatones, así como el de trazado de la zanja que se hace a través de pintura, cuando es carpeta asfáltica, concreto o adoquines, o cal, cuando es sobre tierra. El trazado de la zanja es determinado por la cuadrilla de topógrafos. Para la realización de estas actividades de preparación del sitio de desarrollo del proyecto no se demandaría mucha mano de obra. La mayoría de ella sería mano de obra directa, tanto calificada como no calificada. De igual manera, el requerimiento de mano de obra indirecta sería poco requerida. La mano de obra calificada incluye los topógrafos, arquitectos o ingenieros civiles para la ubicación de las áreas de desplante e interpretación de los planos.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	EO-1	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	La baja demanda de mano de obra, en cuanto a cantidad, lo lleva a ser relevante solo a nivel local, sin embargo, considerando que se demanda mano de obra calificada lo lleva a tener impacto un poco más allá de lo local, pudiendo influir a nivel municipal para cubrir los perfiles requeridos.
A2: Magnitud	1	Se considera que se tiene un efecto positivo por la generación de fuentes de empleo, sin embargo, dada la cantidad de personal que se demandaría solo lo lleva a considerarse como un mejoramiento del estado actual.
B1: Permanencia	3	La demanda del personal para el desarrollo de estas actividades será durante toda la etapa de construcción del proyecto, ya que la preparación del sitio va muy ligada a esta etapa. Si bien, estas

IMPACTO AMBIENTAL 1: Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos			
		actividades se requieren solo previo a la construcción, dado el avance progresivo de la construcción, su demanda será hasta habilitar la última área para dotar del servicio los sitios considerados en el planteamiento del proyecto.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	1	Considerando la gran demanda de empleos en la región y los que se generan para la realización de las actividades aquí mencionadas, se considera que no se tiene un cambio significativo.	
B4. Susceptibilidad	1		
Valor de la evaluación (ES)	14	Valor alfabético	A (Impacto positivo ligero)

V.2.1.2 Fichas descriptivas de impactos para la etapa de construcción

IMPACTO AMBIENTAL 2: Alteración de las propiedades físicas del suelo	
Factor ambiental impactado:	Suelo / Afectación de las propiedades físicas
Tipo de impacto:	Adverso
Actividades causantes:	• Excavación de zanjas para la instalación de los ductos. • Relleno y compactación de las zanjas con los ductos instalados. • Excavación y cimentación de las estaciones de regulación y monitoreo (ERM) y City Gate.
Descripción:	Para la instalación de los ductos se cavarían zanjas de ancho y profundidad variable dependiendo del diámetro de la tubería y condiciones del área donde se instalarían los tubos. El zanjeo normal tendrá un ancho de 0.15, 0.20 y 0.30 m, dependiendo del diámetro del tubo, así como una profundidad normal que iría de 0.45 a 0.65 m, según sea suelo rocoso o sin roca, y hasta 0.90 – 1.20 y 2.00 m, en derecho de vía y cruces de ferrocarril, respectivamente. Estas medidas son para ductos de acero, en 48,066.89 m de longitud, lo que podría llegar a afectar el horizonte del suelo que se encuentra cubierto por la vialidad y zonas con desarrollo urbano e industrial, es decir, se trata de suelos con degradación física por la pérdida de funcionalidad. La construcción del City Gate se desplantaría sobre una superficie de 500 m^2 (20 m X 25 m). Las 57 ERM implicarían una superficie promedio de 70 m^2 cada una, en total 3,990 m^2. Y, la instalación de la tubería abarcaría una superficie permanente de 14,420.07 m^2 y 240,334.45 m^2 de superficie temporal. La superficie permanente total para el desplante de las obras del proyecto sumaría 18,910.07 m^2.

IMPACTO AMBIENTAL 2: Alteración de las propiedades físicas del suelo		
	En la instalación de los ductos, las excavaciones serían sobre la vialidad, por lo que, primero se tendría que levantar la carpeta de rodamiento, después las bases de conformación de la vialidad, llegando posteriormente al perfil del suelo. En este caso, se trata de suelo degradado por la pérdida de su funcionalidad por encontrarse cubierto por la infraestructura urbana descrita, por lo que, no se trata de un suelo con características naturales y presenta alteración en su conformación física, composición química y actividad microbiológica. Se trata de un suelo que no tiene aportes de materia orgánica ni las condiciones para la presencia de microorganismos degradadores de materia orgánica. Todos estos factores mencionados son considerados en la asignación de los valores de los criterios para la valoración del impacto ambiental. En la construcción de carpetas asfálticas, se debe cumplir con especificaciones técnicas de normas de calidad, entre ellas: a) la capa subrasante debe tener 30 cm de espesor mínimo) el tamaño máximo de sus partículas es de 7.5 cm; c) grado de compactación 95% del PVSM; expansión máxima de 3%; d) valor relativo de soporte del 15%, y, e) espesor mínimo de la capa asfáltica 6.5 cm. Para el caso de la construcción de las ERM y el City Gate, también es necesario realizar excavaciones para las cimentaciones y desplante de obras, lo que implica alteración del perfil de suelo que no fue afectado durante la construcción de la infraestructura actualmente existente y, con ello, las propiedades físicas de este.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	FQ-1	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	El área de afectación estaría muy limitada solo a las áreas de excavación, aunque estas abarcarían superficie muy específica de dos municipios: San Luis Potosí y Villa de Reyes.
A2: Magnitud	-1	Al tratarse de áreas con procesos de degradación física por la pérdida de funcionalidad y química, el cambio que se ocasionaría al perfil del suelo sería solo un cambio negativo del estado actual.
B1: Permanencia	3	Las áreas que se verían afectadas serían restauradas tan pronto se termine con la instalación de los ductos y sus válvulas. Sin embargo, las propiedades físicas de un suelo toman varios años en recuperarse, más cuando estás pierden su funcionalidad y no tienen el aporte de materia orgánica y falta de actividad de los organismos degradadores.
B2. Reversibilidad	2	
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto dado el historial del desarrollo urbano en el SAR y en las áreas de ejecución del proyecto, lo que ha implicado mucha alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo.

IMPACTO AMBIENTAL 2: Alteración de las propiedades físicas del suelo			
B4. Susceptibilidad	2	Al ser suelos con degradación, se considera que son estables a los cambios que sufrirían por las actividades del proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	-20	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 3: Degradación química del suelo		
Factor ambiental impactado:	Suelo / Contaminación por residuos	
Tipo de impacto:	Adverso	
Actividades causantes:	• Excavación de zanjas para la instalación de los ductos. • Aplicación de anticorrosivo • Excavación y cimentación de las ERM y el City Gate. • Construcción de la obra de las ERM y el City Gate.	
Descripción:	Como parte de la instalación de los ductos se generarían residuos que pueden llegar a contaminar el suelo descubierto en las excavaciones. Entre los residuos que se generan y pueden alterar la composición química son sobrantes de cortes del material utilizado en la instalación de los ductos, derrames y fugas accidentales de hidrocarburos de la maquinaria y equipos utilizados, derrame y dispersión incidental de residuos generados durante la aplicación del anticorrosivo, dispersión dentro de la zanja de residuos sólidos generados por los trabajadores y peatones. La construcción, equipamiento y protección de las ERM y el City Gate generaría residuos de manejo especial de diversos tipos, como madera para el cimbrado; chatarra producto del habilitado de acero para las estructuras de soporte, instalación de tuberías y conexiones de acero, protecciones, entre otros; cascajo de los procesos constructivos, y plástico. Además de este tipo de residuos, también se generaría residuos sólidos urbanos producto del consumo de los trabajadores, entre los que destacan, por su volumen de producción, los envases de bebidas refrescantes y empaques de productos de consumo.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	FQ-2	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	El área de afectación estaría muy limitada solo a las áreas de construcción, sin embargo, estas abarcarían superficie muy específica de dos municipios: San Luis Potosí y Villa de Reyes.
A2: Magnitud	-1	Al tratarse de áreas con procesos de degradación física por la pérdida de funcionalidad y química, el cambio que se ocasionaría al perfil del suelo sería solo un cambio negativo del estado actual.

IMPACTO AMBIENTAL 3: Degradación química del suelo			
B1: Permanencia	2	Las áreas que se verían afectadas serían limpiadas antes de restaurar las áreas de instalación de los ductos y sus válvulas y de construcción de las ERM y el City Gate.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto dado el historial del desarrollo urbano en el SAR y en las áreas de ejecución del proyecto, lo que ha implicado mucha alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo.	
B4. Susceptibilidad	2	Al ser suelos con degradación, se considera que son estables a los cambios que sufrirían por las actividades del proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 4: Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	
Factor ambiental impactado:	Aire / Calidad
Tipo de impacto:	Adverso
Actividades causantes:	• Transporte de maquinaria y materiales para ductos. • Excavación de zanjas para la instalación de los ductos y cimentación de la obra civil. • Reencarpetamiento. • Transporte de maquinaria y materiales para las ERM y el City Gate. • Excavación y cimentación de las ERM y el City Gate.
Descripción:	Los vehículos, maquinaria y equipos automotores con motores de combustión interna producen, la mayoría de ellos, tres tipos de emisiones de gases contaminantes que van directo a la atmósfera: a) emisiones evaporativas, b) emisiones por tubo de escape y, c) emisiones de partículas por el desgaste de componentes. Las emisiones evaporativas son principalmente de hidrocarburos y se tienen con los vehículos automotores en reposo con el motor caliente, de combustible en circulación y durante la recarga de combustible. Y, por otro lado, las emisiones del tubo de escape se producen por la quema del combustible, conteniendo los contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_X), hidrocarburos no quemados (HC), partículas sólidas, entre otros de menor concentración. Estas emisiones dependen del tipo de vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones, donde vehículos y maquinaria pesada de modelos recientes cuentan con tecnología más avanzada para la reducción de emisiones contaminantes. El mantenimiento que se dé a los vehículos automotores y factores operativos, como la velocidad de operación, la frecuencia e intensidad de las aceleraciones y las características de los combustibles determinan la concentración de los contaminantes en las emisiones de los tubos de escape.

IMPACTO AMBIENTAL 4: Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire			
	Por otro lado, la preparación de áreas para obras implicaría la manipulación de suelo que podría generar resuspensión de partículas sólidas en el ambiente, principalmente durante la realización de actividades durante la época de secas.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	FQ-3		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2	Tomando en cuenta que el movimiento de vehículos automotores se daría en la mayor parte del predio y fuera de este para el movimiento de personal y acarreo de materiales e insumos, y no solo operarían a nivel de predio, esto determina que su importancia va más allá del predio, pero sin llegar a impactar a la totalidad de los municipios ni del SAR.	
A2: Magnitud	-1	El valor se determinó considerando la cantidad de vehículos automotores que se requerirían, modelos, mantenimiento que tendrían y tiempos de operación.	
B1: Permanencia	2	El impacto termina o se reduce al momento de terminar las actividades, por lo que se considera totalmente reversible.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto, ya que en el área donde incide el proyecto cuenta con elevado parque vehicular y actividades de desarrollo de infraestructura urbana que implicar obras y actividades similares a las del proyecto.	
B4. Susceptibilidad	2	Se considera que el área es estable a este cambio ambiental tomando en cuenta que la generación de emisiones no es significativa. Para ello, se tomó en cuenta el número estimado de automotores a requerirse para la realización de las actividades constructivas del proyecto con respecto al parque vehicular y los equipos automotores que actualmente se encuentran desarrollando actividades en la zona urbana y el parque industrial donde se pretende ejecutar el proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 5: Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	
Factor ambiental impactado:	Aire / Confort sonoro
Tipo de impacto:	Adverso
Actividades causantes:	• Transporte de maquinaria y materiales para ductos. • Excavación de zanjas para la instalación de los ductos. • Relleno y compactación de zanjas • Reencarpetamiento.

IMPACTO AMBIENTAL 5: Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido			
	• Transporte de maquinaria y materiales para las ERM y el City Gate. • Excavación y cimentación de las ERM y el City Gate.		
Descripción:	Durante la etapa de construcción es cuando se requeriría de un mayor uso de maquinaria y equipos de construcción operando dentro del área del proyecto, con la salvedad que no todos requerirían estar encendidos al mismo tiempo, sino que estos serían por subetapas y por áreas de construcción. Todos ellos emiten un nivel de ruido superior a los 55 dB(A), considerado como el nivel máximo permitido para evitar alteraciones a la conducta social, de acuerdo con lo establecido en el acuerdo que modifica el numeral 5.4 de la NOM-081-SEMARNAT-1994. Entre estos tenemos: grúa con ruedas de goma 78 – 90 dB(A), tractor de pala mecánica 97 – 107 dB(A), rodillo compactador de asfalto 85 – 103 dB(A), rodillo compactador vibratorio 91 – 104 dB(A), máquina para soldar 85 – 90 dB(A), tracto - camión 79 – 94 dB(A), sierra para cortar 108 dB(A), esmeriladora 86 dB(A) y taladro de martillo 114 dB(A).		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	FQ-4		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2	Tomando en cuenta que el movimiento de vehículos automotores se daría dentro del área del polígono del SAR para el movimiento de personal y acarreo de materiales e insumos, y no solo operarían a nivel de área de desplante de obras, esto determina que su importancia va más allá del área de incidencia directa, pero sin llegar a impactar a la totalidad de los municipios ni del SAR.	
A2: Magnitud	-1	El valor se determinó considerando la cantidad de vehículos y equipos automotores que se requerirían, modelos, mantenimiento que tendrían y tiempos de operación.	
B1: Permanencia	2	El impacto termina o se reduce al momento de terminar las actividades, por lo que se considera totalmente reversible.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto, ya que en el área donde incide el proyecto cuenta con elevado parque vehicular y actividades de desarrollo de infraestructura urbana que implican obras y actividades similares a las del proyecto.	
B4. Susceptibilidad	2	Se considera que el área es estable a este cambio ambiental tomando en cuenta que la maquinaria y vehículos son los principales emisores de las ondas sonoras y el número de estos automotores no es significativo considerando el parque vehicular y los equipos automotores que actualmente se encuentran desarrollando actividades en la zona urbana donde pretende ejecutarse el proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 6: Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre		
Factor ambiental impactado:	Fauna silvestre / Abundancia	
Tipo de impacto:	Adverso	
Actividades causantes:	• Transporte de maquinaria y materiales para ductos. • Excavación de zanjas para la instalación de los ductos y cimentación de obra civil. • Relleno y compactación de zanjas • Reencarpetamiento. • Transporte de maquinaria y materiales para ERM y City Gate.	
Descripción:	La fauna silvestre representa ser un componente ambiental sensible a los movimientos de vehículos, maquinaria y de personal, aunque existen especies que después de un tiempo de convivir con estas fuentes generadoras de cambios en el medio ambiente logran tener cierto grado de adaptación, siempre y cuando sigan encontrando algunas de las condiciones que ellos necesitan para sobrevivir en las superficies afectadas, así lo demuestran trabajos realizados en los que estudian el comportamiento animal a la alteración de su medio ambiente. El constante movimiento vehicular para el transporte de personal, materiales e insumos, operación de la maquinaria y equipos automotores, así como el movimiento del personal para la realización de sus actividades ahuyentaría y limitaría el movimiento de ejemplares de fauna silvestre en el área de incidencia directa del proyecto, así como en áreas aledañas a este. En este caso, las especies que se verían mayormente afectadas serían los mamíferos y reptiles, en menor grado estarían las aves por su capacidad de desplazamiento. Sin embargo, este impacto en el área del proyecto tendría a ser poco significativo ya que el proyecto se desarrollaría en áreas totalmente afectadas, sin las condiciones naturales para ser usadas como áreas de refugio, alimentación o reproducción. Por lo que, se considera que los individuos que se observan en las áreas donde se desarrollarían las obras y actividades están totalmente adaptados a las condiciones urbanas, con todo lo que esto implica.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	BE-1	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	El grado de importancia radica en la diversidad de especies de fauna silvestre en el área de trabajo, del grupo de fauna dominante (aves), su capacidad de adaptación a las condiciones urbanas y a que de las 44 especies observadas en el SAR solo cinco se encuentran en alguna categoría de riesgo según el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IMPACTO AMBIENTAL 6: Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre			
A2: Magnitud	-1	La magnitud se considera como cambio negativo, sin llegar a ser significativo, ya que se considera que las actividades a realizar no implican un cambio significativo que pueda impactar directamente a individuos de fauna silvestre, ni a un gran número de ellos. Lo que se podría ocasionar es una disminución en el número de ejemplares de fauna silvestre presentes en el área de incidencia directa de obras y áreas de desplazamiento vehicular, por ahuyentamiento de individuos, sin que ello implique la muerte de ejemplares.	
B1: Permanencia	2	Se considera que el impacto solo se generaría durante la etapa de construcción, siendo este paulatino, afectando las áreas conforme se vaya avanzando en la instalación de los ductos, sin impactar toda el área de desplante de obras durante todo el tiempo que dura la etapa de construcción.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Es un impacto que se suma al ocasionado por el desarrollo de los proyectos que actualmente se encuentran en operación en el área de influencia.	
B4. Susceptibilidad	2	La baja sensibilidad otorgada está relacionada con la disponibilidad de hábitat con características ambientales similares a las del área. Por lo que, los individuos que sufrieran alteración de su hábitat podrían desplazarse hacia estas áreas.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 7: Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	
Factor ambiental impactado:	Fauna silvestre / Especies en categoría de riesgo
Tipo de impacto:	Adverso
Actividades causantes:	• Transporte de maquinaria y materiales para ductos. • Excavación de zanjas para la instalación de los ductos y cimentación de obra civil. • Relleno y compactación de zanjas • Reencarpetamiento. • Transporte de maquinaria y materiales para ERM y City Gate.
Descripción:	La fauna silvestre en general representa ser un componente ambiental sensible a los movimientos de vehículos, maquinaria y de personal, aunque existen especies que después de un tiempo de convivir con estas fuentes generadoras de cambios en el medio ambiente logran tener cierto grado de adaptación, siempre y cuando sigan encontrando algunas de las condiciones que ellos necesitan para sobrevivir en las superficies afectadas, así lo demuestran trabajos realizados en los que estudian el comportamiento animal a la alteración de su medio ambiente.

IMPACTO AMBIENTAL 7: Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo		
	El constante movimiento vehicular para el transporte de personal, materiales e insumos, operación de la maquinaria y equipos automotores, así como el movimiento del personal para la realización de sus actividades ahuyentaría y limitaría el movimiento de ejemplares de fauna silvestre dentro del área de obras directas del proyecto, así como en áreas aledañas a este. Considerando que en el SAR del proyecto se distribuyen ejemplares de cinco especies catalogadas en categoría: Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y alicante (*Pituophis deppei*), bajo la categoría de amenazadas; y, la tortuga pecho quebrado (*Kinosternon integrum*), la lagartija espinosa de collar (*Sceloporus grammicus*) y la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) en la categoría de protección especial (Pr). La primera de ellas un mamífero, las tres siguientes se trata de reptiles y la última un ave. Este impacto en el área del proyecto tendría a ser poco significativo ya que las obras y actividades se desarrollaría en áreas totalmente afectadas, sin las condiciones naturales para ser usadas como áreas de refugio, alimentación o reproducción por las especies en categoría de riesgo.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	BE-2	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	El grado de importancia radica en la diversidad de especies de fauna silvestre en el área de trabajo, del grupo de fauna dominante (reptiles), su capacidad de adaptación a las condiciones urbanas y a que de las 44 especies observadas en el SAR solo cinco se encuentran en alguna categoría de riesgo según el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
A2: Magnitud	-1	La magnitud se considera como cambio negativo, sin llegar a ser significativo, ya que se considera que las actividades a realizar no implican un cambio significativo que pueda impactar directamente a individuos de fauna silvestre en categoría de riesgo. Lo que se podría ocasionar es una disminución en el número de ejemplares de fauna silvestre presentes en el área del proyecto y áreas de desplazamiento vehicular, por ahuyentamiento de individuos, sin que ello implique la muerte de ejemplares.
B1: Permanencia	2	Se considera que el impacto solo se generaría durante la etapa de construcción, siendo este paulatino, afectando las áreas conforme se vaya avanzando en la instalación de los ductos, sin impactar toda el área del proyecto durante todo el tiempo que dura la etapa de construcción.
B2. Reversibilidad	2	Las posibles causas de afectación a individuos de especies en categoría de riesgo serían consecuencia de la operación de los equipos automotores y los vehículos, mayormente utilizados durante esta etapa de desarrollo del proyecto, por lo que, al momento de parar

IMPACTO AMBIENTAL 7: Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo			
		actividades se deja de afectar a los individuos, por lo que se considera un impacto totalmente reversible.	
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Es un impacto que se suma al ocasionado por el desarrollo de los proyectos que actualmente se encuentran en operación en el área de influencia.	
B4. Susceptibilidad	2	La baja sensibilidad otorgada está relacionada con la disponibilidad de hábitat con características ambientales similares a las del predio. Por lo que, los individuos que sufrieran alteración de su hábitat podrían desplazarse hacia estas áreas.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 8: Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	
Factor ambiental impactado:	Paisaje / Calidad estético - paisajística
Tipo de impacto:	Adverso
Actividades causantes:	• Excavación de zanjas para la instalación de los ductos. • Reencarpetamiento (Benéfico). • Excavación y cimentación para ERM.
Descripción:	La apertura de las zanjas para la instalación de los ducto y válvulas del sistema de distribución de gas implica levantar la carpeta de rodamiento, ya sea asfalto, concreto y adoquines, y extraer tierra, piedras y otros materiales que se encuentren en el área específica de excavación. Además de la apertura de la zanja, el material generado durante esta actividad estaría amontonado durante el tiempo que duren las maniobras, las cuales no serán mayores a dos o tres días por frente de trabajo. Estas obras ocasionarían un cambio estético de paisaje urbano. Tan pronto las instalaciones hayan terminado, la zanja sería tapada, el material residual de manejo especial sería retirado a su sitio de disposición final, y la carpeta de rodamiento sería restaurada con el mismo material de construcción dejando el sitio en condiciones similares, o mejores, a las existentes previo al inicio de actividades. Una vez restaurada el sitio trabajado, se avanzaría a otro sitio hasta terminar la totalidad de las obras. Como parte de la instalación de los ductos, se colocarían señalizaciones indicando la presencia de la tubería para evitar posibles incidentes de la población en general con las instalaciones. Estas señalizaciones, mayormente postes amarillos de no más de 1.5 m de altura, se instalarían a lo largo del recorrido de la tubería, lo que sería un agente nuevo en el paisaje urbano y de vías de comunicación. Adicionalmente, se construirían 57 ERM y el City Gate. Las primeras estarían ubicadas aledañas a las vialidades o de las construcciones de las clientes, lo cual

IMPACTO AMBIENTAL 8: Modificación de las cualidades estético - paisajísticas			
	no supondría un cambio paisajístico mayor. Y, por otro lado, el City Gate sería una construcción de 500 m^2 de un solo nivel, construido en un área con uso de suelo urbano construido, lo cual no implicaría un contraste en la unidad paisajística.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	SC-1		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	1	El área de afectación estaría muy limitada solo a las áreas de excavación y de instalación de tubería, sin embargo, estas abarcarían superficie muy específica de tres dos municipios: San Luis Potosí y Villa de Reyes.	
A2: Magnitud	-1		
B1: Permanencia	4	Las áreas que se verían afectadas serían restauradas tan pronto se hayan hecho las instalaciones requeridas para la garantizar la funcionalidad operativa del proyecto, estando abiertas las zanjas entre dos y tres días máximo por área de trabajo. Sin embargo, este impacto se daría de manera paulatina, en áreas diferentes, durante toda esta etapa de desarrollo del proyecto. Por otro lado, está la instalación de las señalizaciones, las cuales se instalarían durante la construcción y estarían durante toda la etapa operativa del proyecto.	
B2. Reversibilidad	4		
B3. Acumulabilidad / sinergia	4	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto dado el historial del desarrollo urbano en el SAR y en las áreas de ejecución del proyecto.	
B4. Susceptibilidad	2	Al ser un área con alto desarrollo de infraestructura urbana, industrial y vías de comunicación, con constantes introducciones de servicios, reparaciones y mejoras, se considera que es estable a los cambios que sufrirían por las actividades del proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	-14	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 9: Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	
Factor ambiental impactado:	Calidad de vida / Generación de empleos
Tipo de impacto:	Benéfico
Actividades causantes:	• Transporte de maquinaria y materiales para ductos. • Excavación de zanjas para la instalación de los ductos. • Aplicación de anticorrosivo. • Tendido de tubería y válvulas • Relleno y compactación de zanjas

IMPACTO AMBIENTAL 9: Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos			
	• Reencarpetamiento. • Transporte de maquinaria y materiales para ERM y City Gate. • Excavación y cimentación para las ERM y City Gate. • Construcción de la obra. • Instalación y protección de las ERM y City Gate.		
Descripción:	La realización de las obras y actividades para la instalación de los ductos y la construcción de las ERM y el City Gate demanda mano de obra directa e indirecta, tanto calificada como no calificada para trabajo de campo y administrativo. Es esta etapa en la que existe un mayor requerimiento de personal.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	EO-2		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2	La baja demanda de mano de obra, en cuanto a cantidad, con respecto a la gran demanda de mano de obra que existe en el SAR, lo lleva a ser relevante solo a nivel regional, sin considerar la totalidad de los municipios. Además, considerando que se requiere mano de obra calificada lo lleva a tener impacto un poco más allá de lo local, pudiendo influir a nivel de zona urbana de la ciudad para cubrir los perfiles demandados.	
A2: Magnitud	1	Se considera que se tiene un efecto positivo por la generación de fuentes de empleo, sin embargo, dada la cantidad de personal que se demandaría con respecto a las fuentes de empleo de calidad que se demanda en una urbe de tal magnitud, solo lo lleva a considerarse como un mejoramiento del estado actual.	
B1: Permanencia	3	La demanda del personal para el desarrollo de estas actividades será durante toda la etapa de construcción del proyecto. Estas fuentes de empleo se requieren durante toda la etapa de construcción, dado el avance progresivo de la construcción, su demanda será hasta habilitar la última área para dotar del servicio los sitios considerados en el planteamiento del proyecto.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3		
B4. Susceptibilidad	2	Considerando la gran demanda de empleos en la zona urbana y conurbada de San Luis Potosí y los que se generan para la realización de las actividades aquí mencionadas, se estima que la región es estable a los cambios que se pudieran experimentar.	
Valor de la evaluación (ES)	20	Valor alfabético	A (Impacto positivo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 10: Impulso a la economía local y regional por la derrama económica			
Factor ambiental impactado:	Calidad de vida / Derrama económica		
Tipo de impacto:	Benéfico		
Actividades causantes:	• Transporte de maquinaria y materiales para ductos. • Excavación de zanjas para la instalación de los ductos. • Aplicación de anticorrosivo. • Tendido de tubería y válvulas • Relleno y compactación de zanjas • Señalizaciones • Reencarpetamiento. • Transporte de maquinaria y materiales para ERM y City Gate. • Excavación y cimentación para las ERM y City Gate. • Construcción de la obra. • Instalación y protección de las ERM y City Gate.		
Descripción:	Aunado al pago de los salarios del personal encargado de realizar las obras y actividades constructivas, se demandarían diversos materiales, equipos, herramientas, sustancias y combustibles, generando derrama económica a nivel regional.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	EO-3		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2		
A2: Magnitud	1		
B1: Permanencia	3		
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3		
B4. Susceptibilidad	2		
Valor de la evaluación (ES)	20	Valor alfabético	A (Impacto positivo ligero)

V.2.1.3 Fichas descriptivas de impactos para la etapa de operación y mantenimiento

IMPACTO AMBIENTAL 11: Degradación química del suelo	
Factor ambiental impactado:	Suelo / Contaminación por residuos

IMPACTO AMBIENTAL 11: Degradación química del suelo		
Tipo de impacto:	Adverso	
Actividades causantes:	• Mantenimiento de obra civil.	
Descripción:	Durante la etapa de operación de la infraestructura para la distribución de gas será necesario realizar actividades de mantenimiento de la obra civil, entre estas se realizarían actividades de pintado, mantenimiento del sistema de protección (concertina, alambre de púas, malla de alambre y/o herrería), reparación de pisos, tuberías, válvulas, cableado de eléctrico, entre otros. Estas actividades de mantenimiento representan ser generadoras de residuos de manejo especial y peligrosos, los cuales, si no son manejados apropiadamente pueden representar un foco de contaminación y degradación del suelo.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	FQ-5	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	El área de afectación estaría muy limitada solo a las áreas de mantenimiento de la obra civil (City gate y las ERM), sin embargo, estas abarcarían superficie muy específica de dos municipios: San Luis Potosí y Villa de Reyes.
A2: Magnitud	-1	Al tratarse de áreas con procesos de degradación química, el cambio que se ocasionaría al suelo sería solo un cambio negativo del estado actual muy puntual.
B1: Permanencia	2	Las actividades de mantenimiento se realizarían durante los toda la duración de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, pero no se puede clasificar como impacto residual en los términos definidos por el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 3, fracción X, ya que al aplicar la medida ambiental correcta el impacto se corrige.
B2. Reversibilidad	2	Las áreas que se verían afectadas serían limpiadas tan pronto se terminen las actividades de mantenimiento sin problema de que el suelo sufra degradación y, en caso de que durante las actividades se contaminen áreas de suelo desnudo o algún otro elemento en las áreas donde se realicen las actividades, el material contaminado sería recuperado y dispuesto en el área donde sea determinado por la autoridad correspondiente sin que el problema persista.
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto dado el historial del desarrollo urbano, industrial, vías de comunicación y agrícola en el SAR y en las áreas de ejecución del proyecto, lo que ha implicado mucha alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo.

IMPACTO AMBIENTAL 11: Degradación química del suelo			
B4. Susceptibilidad	2	Al ser suelos con degradación, se considera que son estables a los cambios que sufrirían por las actividades del proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 12: Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	
Factor ambiental impactado:	Aire / Calidad
Tipo de impacto:	Adverso
Actividades causantes:	• Patrullaje de ductos. • Detección de fugas. • Mantenimiento de válvulas y registros. • Mantenimiento de obra civil.
Descripción:	Para la realización de estas actividades se requeriría de vehículos automotores, tipo familiar, para el traslado de los trabajadores encargados de realizar las actividades anteriormente mencionadas. Los vehículos, maquinaria y equipos automotores con motores de combustión interna producen, la mayoría de ellos, tres tipos de emisiones de gases contaminantes que van directo a la atmósfera: a) emisiones evaporativas, b) emisiones por tubo de escape y, c) emisiones de partículas por el desgaste de componentes. Las emisiones evaporativas son principalmente de hidrocarburos y se tienen con los vehículos automotores en reposo con el motor caliente, de combustible en circulación y durante la recarga de combustible. Y, por otro lado, las emisiones del tubo de escape se producen por la quema del combustible, conteniendo los contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_X), hidrocarburos no quemados (HC), partículas sólidas, entre otros de menor concentración. Estas emisiones dependen del tipo de vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones, donde vehículos y maquinaria pesada de modelos recientes cuentan con tecnología más avanzada para la reducción de emisiones contaminantes. El mantenimiento que se dé a los vehículos automotores y factores operativos, como la velocidad de operación, la frecuencia e intensidad de las aceleraciones y las características de los combustibles determinan la concentración de los contaminantes en las emisiones de los tubos de escape. Por otro parte, hay que considerar que el uso de gas natural como fuente de combustible ayuda a reducir la contaminación ambiental generada por el uso de otros combustibles fósiles y el gas LP. El gas natural contiene muy bajas concentraciones de azufre, por lo que sus emisiones de SO_2 son despreciables. Los quemadores de gas natural tienen un proceso de combustión que reducen las emisiones de NOx en comparación con combustibles fósiles, reduciendo hasta un 25% las emisiones por el uso de combustibles fósiles.

IMPACTO AMBIENTAL 12: Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire			
	El gas natural está compuesto mayormente por metano, por lo que contiene bajos niveles de compuestos orgánicos volátiles (COV), reduciendo sus emisiones al medio ambiente. Sin embargo, durante la distribución de gas natural se pueden tener emisiones de metano al medio ambiente por fugas que se pudieran presentar en el sistema de distribución, siendo esta la mayor afectación se podría tener ambientalmente durante la operación del proyecto.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	FQ-6		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2	Tomando en cuenta que el movimiento de vehículos automotores se daría solo dentro en el área del proyecto, el cual comprende parte de dos municipios: San Luis Potosí y Villa de Reyes. Su importancia va más allá del área de obras del proyecto, pero sin llegar a impactar a la totalidad de los municipios ni del SAR.	
A2: Magnitud	0	El valor se determinó considerando la cantidad de vehículos automotores que se requerirían, modelos, mantenimiento que tendrían y tiempos de operación. Los vehículos serían los mínimos necesarios para que el personal encargado del cuidado y mantenimiento del sistema de distribución de gas realice sus actividades. El número de vehículos que se demandarían sería menor a los que estarían en operación durante la construcción, y, comparado con el parque vehicular existente en la zona urbana y conurbada de San Luis Potosí y los que circulan en la autopista, no se espera ningún cambio potencial por considerarse.	
B1: Permanencia	2	El impacto termina o se reduce al momento de terminar las actividades, por lo que se considera totalmente reversible.	
B2. Reversibilidad	1		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto, ya que en el área donde incide el proyecto cuenta con elevado parque vehicular y actividades de desarrollo de infraestructura urbana que implicar obras y actividades similares a las del proyecto.	
B4. Susceptibilidad	2	Se considera que el área es estable a este cambio ambiental tomando en cuenta que la generación de emisiones no es significativa considerando el número de automotores a requerirse para el desarrollo del proyecto con respecto al parque vehicular y los equipos automotores que actualmente se encuentran desarrollando actividades en las zonas urbanas donde se pretende ejecutar el proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	0	Valor alfabético	N (Sin cambios en el estado actual)

IMPACTO AMBIENTAL 13: Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido		
Factor ambiental impactado:	Aire / Confort sonoro	
Tipo de impacto:	Adverso	
Actividades causantes:	• Patrullaje de ductos. • Detección de fugas. • Mantenimiento de válvulas y registros.	
Descripción:	Para la realización de estas actividades se requeriría de vehículos automotores, tipo familiar, para el traslado de los trabajadores encargados de realizar las actividades anteriormente mencionadas.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	FQ-7	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	Tomando en cuenta que el movimiento de vehículos automotores se daría solo dentro en el área del proyecto, el cual comprende parte de dos municipios: San Luis Potosí y Villa de Reyes. Su importancia va más allá del área de obras del proyecto, pero sin llegar a impactar a la totalidad de los municipios ni del SAR.
A2: Magnitud	0	El valor se determinó considerando la cantidad de vehículos automotores que se requerirían, modelos, mantenimiento que tendrían y tiempos de operación. Los vehículos serían los mínimos necesarios para que el personal encargado del cuidado y mantenimiento del sistema de distribución de gas realice sus actividades. El número de vehículos que se demandarían sería menor a los que estarían en operación durante la construcción, y, comparado con el parque vehicular existente en la zona urbana y conurbada de San Luis Potosí y los que circulan en la autopista, no se espera ningún cambio potencial por considerarse.
B1: Permanencia	2	El impacto termina o se reduce al momento de terminar las actividades, por lo que se considera totalmente reversible.
B2. Reversibilidad	1	
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto, ya que en el área donde incide el proyecto cuenta con elevado parque vehicular y actividades de desarrollo de infraestructura urbana que implicar obras y actividades similares a las del proyecto.
B4. Susceptibilidad	1	Se considera que el área es estable a este cambio ambiental tomando en cuenta que la generación de emisiones no es significativa de acuerdo con el número de automotores a requerirse para el desarrollo del proyecto con respecto al parque vehicular y los equipos

IMPACTO AMBIENTAL 13: Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido			
		automotores que actualmente se encuentran desarrollando actividades en las zonas urbanas donde se pretende ejecutar el proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	0	Valor alfabético	N (Sin cambios en el estado actual)

IMPACTO AMBIENTAL 14: Incremento de ofertas de trabajo directos		
Factor ambiental impactado:	Calidad de vida / Generación de empleos	
Tipo de impacto:	Benéfico	
Actividades causantes:	• Patrullaje de ductos. • Detección de fugas. • Mantenimiento de válvulas y registros. • Mantenimiento de obra civil. • Control de señalización.	
Descripción:	La realización de las actividades de supervisión y mantenimiento de la infraestructura demanda mano de obra calificada, principalmente de contratación directa, la cual sería requerida durante toda la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	EO-4	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	La baja demanda de mano de obra calificada, en cuanto a cantidad, con respecto a la gran demanda de mano de obra que existe en el SAR, lo lleva a ser relevante solo a nivel regional, sin considerar la totalidad de los municipios. Además, considerando que se demanda mano de obra calificada lo lleva a tener impacto un poco más allá de lo local, pudiendo influir a nivel de zona urbana de la ciudad para cubrir los perfiles que se requieren.
A2: Magnitud	1	Se considera que se tiene un efecto positivo por la generación de fuentes de empleo, sin embargo, dada la cantidad de personal que se demandaría con respecto a las fuentes de empleo de calidad que se demanda en una urbe de tal magnitud, solo lo lleva a considerarse como un mejoramiento del estado actual.
B1: Permanencia	4	La demanda del personal para el desarrollo de estas actividades será durante toda la etapa de operación y mantenimiento. Estas fuentes de empleo se requieren durante toda la etapa para funcionar en toda el área del proyecto al mismo tiempo.

IMPACTO AMBIENTAL 14: Incremento de ofertas de trabajo directos			
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3		
B4. Susceptibilidad	1	Debido a la gran demanda de empleos en la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbada y los que se generan para la realización de las actividades aquí mencionadas, se considera que no habrá cambio significativo.	
Valor de la evaluación (ES)	20	Valor alfabético	A (Impacto positivo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 15: Impulso a la economía local y regional por la derrama económica			
Factor ambiental impactado:	Calidad de vida / Derrama económica		
Tipo de impacto:	Benéfico		
Actividades causantes:	• Mantenimiento de obra civil. • Control de señalizaciones.		
Descripción:	Aunado al pago de los salarios del personal encargado de realizar las obras y actividades constructivas, se demandarían diversos materiales, equipos, herramientas, sustancias, combustibles y cambio de señalizaciones, generando derrama económica a nivel regional.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	EO-5		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2		
A2: Magnitud	1		
B1: Permanencia	4		
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3		
B4. Susceptibilidad	1		
Valor de la evaluación (ES)	20	Valor alfabético	A (Impacto positivo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 16: Oferta de servicios de combustible	
Factor ambiental impactado:	Infraestructura y servicios / Oferta de servicios
Tipo de impacto:	Benéfico
Actividades causantes:	• Distribución de gas.

IMPACTO AMBIENTAL 16: Oferta de servicios de combustible			
Descripción:	El objetivo del proyecto es la instalación de la red de distribución de gas natural para ponerlos a disponibilidad de las empresas y clientes en general que lo demanden, como una alternativa más de abastecimiento de combustible. Pero no solo es una alternativa más per se, sino que se trata de una alternativa de gas natural que se genera a partir de la descomposición de materia orgánica, menos riesgoso para la población que otras alternativas de gas, y, algo muy importante que nos atañe a todos, es que es una fuente más amigable con el medio ambiente con menores emisiones de $C0_2$ en comparación con los combustibles tradicionales como el gas LP. Al usar gas natural, se aprovecha una energía más limpia, al reducir la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera, con un menor gasto en mantenimiento de equipos, además de que se eliminan costos por bombeo (diésel y combustóleo) y de vaporizadores (LP).		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	EO-6		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2		
A2: Magnitud	2		
B1: Permanencia	4		
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	4		
B4. Susceptibilidad	3		
Valor de la evaluación (ES)	52	Valor alfabético	B (Impacto positivo moderado)

V.2.1.4 Fichas descriptivas de impactos para la etapa de abandono

IMPACTO AMBIENTAL 17: Degradación química del suelo	
Factor ambiental impactado:	Suelo / Contaminación por residuos
Tipo de impacto:	Adverso
Actividades causantes:	• Retiro de materiales
Descripción:	El desmantelamiento de la infraestructura instalada para la distribución del gas natural generaría residuos principalmente de los catalogados como residuos de manejo especial. Un mal manejo y falta de recolección apropiada podría generar contaminación.
Descripción para evaluación RIAM modificado	

IMPACTO AMBIENTAL 17: Degradación química del suelo			
Componente de evaluación (código)	FQ-8		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2	El desmantelamiento tendría lugar a lo largo de la red de distribución que comprende el desarrollo del planteamiento del proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental, en esto se ve involucrada superficie de dos municipios: San Luis Potosí y Villa de Reyes, por lo que la importancia está definida por una parte de la región, yendo más allá de un efecto local.	
A2: Magnitud	-1	Considerando que no se prevé la generación de un gran volumen de residuos y que estos son principalmente del tipo de residuos de manejo especial, se considera que el impacto ambiental, en caso de generarse, solo sería como un cambio significativo del estado actual. Para ello, también se toma en consideración que existe una medida ambiental fácil y económicamente viable de implementar.	
B1: Permanencia	2	Las áreas que se verían afectadas serían limpiadas al momento de ser desmantelado el sistema operativo de distribución gas.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto dado el historial del desarrollo urbano en el SAR y en las áreas de ejecución del proyecto, lo que ha implicado mucha alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo, así como del medio ambiente.	
B4. Susceptibilidad	2	Al ser suelos con degradación, se considera que son estables a los cambios que sufrirían por las actividades del proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 18: Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	
Factor ambiental impactado:	Aire / Calidad
Tipo de impacto:	Adverso
Actividades causantes:	• Retiro de materiales.
Descripción:	Para la realización de estas actividades se requeriría de vehículos automotores para el traslado de los trabajadores encargados de realizar las actividades y para el retiro de los residuos que se generen como parte del desmantelamiento de la infraestructura. Los vehículos, maquinaria y equipos automotores con motores de combustión interna producen, la mayoría de ellos, tres tipos de emisiones de gases contaminantes que van directo a la atmósfera: a) emisiones evaporativas, b) emisiones por tubo de escape y, c) emisiones de partículas por el desgaste de componentes.

IMPACTO AMBIENTAL 18: Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire			
	Las emisiones evaporativas son principalmente de hidrocarburos y se tienen con los vehículos automotores en reposo con el motor caliente, de combustible en circulación y durante la recarga de combustible. Y, por otro lado, las emisiones del tubo de escape se producen por la quema del combustible, conteniendo los contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_X), hidrocarburos no quemados (HC), partículas sólidas, entre otros de menor concentración. Estas emisiones dependen del tipo de vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones, donde vehículos y maquinaria pesada de modelos recientes cuentan con tecnología más avanzada para la reducción de emisiones contaminantes. El mantenimiento que se dé a los vehículos automotores y factores operativos, como la velocidad de operación, la frecuencia e intensidad de las aceleraciones y las características de los combustibles determinan la concentración de los contaminantes en las emisiones de los tubos de escape.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	FQ-9		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2	Tomando en cuenta que el movimiento de vehículos automotores se daría en la mayor parte del área del proyecto y fuera de este para el movimiento de personal y acarreo de los residuos, y no solo operarían a nivel del área de desplante de obras, esto determina que su importancia va más allá del predio, pero sin llegar a impactar a la totalidad de los municipios ni del SAR.	
A2: Magnitud	-1	El valor se determinó considerando la cantidad de vehículos automotores que se requerirían, modelos, mantenimiento que tendrían y tiempos de operación.	
B1: Permanencia	2	El impacto termina o se reduce al momento de terminar las actividades, por lo que se considera totalmente reversible.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto, ya que en el área donde incide el proyecto cuenta con elevado parque vehicular y actividades de desarrollo de infraestructura urbana que implicar obras y actividades similares a las del proyecto.	
B4. Susceptibilidad	2	Se considera que el área es estable a este cambio ambiental tomando en cuenta que la generación de emisiones no es significativa. Para ello, se tomó en cuenta el número estimado de automotores a requerirse para la realización de las actividades de abandono del proyecto con respecto al parque vehicular y los equipos automotores que actualmente se encuentran desarrollando actividades en las zonas urbanas donde se pretende ejecutar el proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 19: Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido		
Factor ambiental impactado:	Aire / Confort sonoro	
Tipo de impacto:	Adverso	
Actividades causantes:	• Retiro de materiales.	
Descripción:	Para la realización del desmantelamiento de la infraestructura operativa para la distribución de gas natural, se requeriría de maquinaria y vehículos para el transporte de personal y residuos operando dentro del área y SAR del proyecto, con la salvedad que no todos requerirían estar encendidos al mismo tiempo ni en toda el área del proyecto, sino que estos serían por subetapas y por áreas de distribución. Todos ellos emiten un nivel de ruido superior a los 55 dB(A), considerado como el nivel máximo permitido para evitar alteraciones a la conducta social, de acuerdo con lo establecido en el acuerdo que modifica el numeral 5.4 de la NOM-081-SEMARNAT-1994. Entre estos tenemos: grúa con ruedas de goma 78 – 90 dB(A), tractor de pala mecánica 97 – 107 dB(A), rodillo compactador de asfalto 85 – 103 dB(A), rodillo compactador vibratorio 91 – 104 dB(A), máquina para soldar 85 – 90 dB(A), tracto - camión 79 – 94 dB(A), sierra para cortar 108 dB(A), esmeriladora 86 dB(A) y taladro de martillo 114 dB(A).	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	FQ-10	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	Tomando en cuenta que el movimiento de vehículos automotores se daría en la mayor parte del predio (área de desplante de obras) y fuera de este para el movimiento de personal y acarreo de residuos, y no solo operarían a nivel de predio, esto determina que su importancia va más allá del desplante de obras, pero sin llegar a impactar a la totalidad de los municipios ni del SAR.
A2: Magnitud	-1	El valor se determinó considerando la cantidad de vehículos y equipos automotores que se requerirían, modelos, mantenimiento que tendrían y tiempos de operación.
B1: Permanencia	2	El impacto termina o se reduce al momento de terminar las actividades, por lo que se considera totalmente reversible.
B2. Reversibilidad	2	
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Se trata de un impacto acumulativo en el área de incidencia del proyecto, ya que en el área donde incide el proyecto cuenta con elevado parque vehicular y actividades de desarrollo de infraestructura urbana que implicar obras y actividades similares a las del proyecto.
B4. Susceptibilidad	2	Se considera que el área es estable a este cambio ambiental tomando en cuenta que la maquinaria y vehículos son los principales emisores de las ondas sonoras y el número de estos automotores no es

IMPACTO AMBIENTAL 19: Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido			
		significativo considerando el parque vehicular y los equipos automotores que actualmente se encuentran desarrollando actividades en las zonas urbanas donde pretende ejecutarse el proyecto.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 20: Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre		
Factor ambiental impactado:	Fauna silvestre / Abundancia	
Tipo de impacto:	Adverso	
Actividades causantes:	• Retiro de materiales.	
Descripción:	La fauna silvestre en general representa ser un componente ambiental sensible a los movimientos de vehículos, maquinaria y de personal, aunque existen especies que después de un tiempo de convivir con estas fuentes generadoras de cambios en el medio ambiente logran tener cierto grado de adaptación, siempre y cuando sigan encontrando algunas de las condiciones que ellos necesitan para sobrevivir en las superficies afectadas, así lo demuestran trabajos realizados en los que estudian el comportamiento animal a la alteración de su medio ambiente (ver apartado IV.3.1.3 de esta MIA-R). La circulación vehicular para el transporte de personal y residuos generados y la operación de la maquinaria y equipos automotores ahuyentaría y limitaría el movimiento de ejemplares de fauna silvestre dentro del área operativa del proyecto, así como en áreas aledañas a este. En este caso, las especies que se verían mayormente afectadas serían los mamíferos y reptiles, en menor grado estarían las aves por su capacidad de desplazamiento. Sin embargo, este impacto en el área del proyecto tendría a ser poco significativo ya que el proyecto se desarrollaría en áreas totalmente afectadas, sin las condiciones naturales para ser usadas como áreas de refugio, alimentación o reproducción. Por lo que, se considera que los individuos que se observan en las áreas donde se desarrollarían las obras y actividades del proyecto están totalmente adaptados a las condiciones urbanas, en todo lo que esto implica.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	BE-3	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	El grado de importancia radica en la diversidad de especies de fauna silvestre en el área de trabajo, del grupo de fauna dominante (aves), su capacidad de adaptación a las condiciones urbanas y a que de las 44

IMPACTO AMBIENTAL 20: Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre			
		especies observadas en el SAR solo cinco se encuentran en alguna categoría de riesgo según el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	
A2: Magnitud	-1	La magnitud se considera como cambio negativo, sin llegar a ser significativo, ya que las actividades a realizar no implican un cambio significativo que pueda impactar directamente a individuos de fauna silvestre, ni a un gran número de ellos. Lo que se podría ocasionar es una disminución en el número de ejemplares de fauna silvestre presentes en el área del proyecto y áreas de desplazamiento vehicular, por ahuyentamiento de individuos, sin que ello implique la muerte de ejemplares.	
B1: Permanencia	2	Se considera que el impacto solo se generaría durante la etapa de construcción, siendo este paulatino, afectando las áreas conforme se vaya avanzando en la instalación de los ductos, sin impactar toda el área del proyecto durante todo el tiempo que dura la etapa de construcción.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Es un impacto que se suma al ocasionado por el desarrollo de los proyectos que actualmente se encuentran en operación en el área de influencia.	
B4. Susceptibilidad	2	La baja sensibilidad otorgada está relacionada con la disponibilidad de hábitat con características ambientales similares a las del predio. Por lo que, los individuos que sufrieran alteración de su hábitat podrían desplazarse hacia estas áreas.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 21: Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	
Factor ambiental impactado:	Fauna silvestre / Especies en categoría de riesgo
Tipo de impacto:	Adverso
Actividades causantes:	• Retiro de materiales.
Descripción:	La fauna silvestre en general representa ser un componente ambiental sensible a los movimientos de vehículos, maquinaria y de personal, aunque existen especies que después de un tiempo de convivir con estas fuentes generadoras de cambios en el medio ambiente logran tener cierto grado de adaptación, siempre y cuando sigan encontrando algunas de las condiciones que ellos necesitan para sobrevivir en las superficies afectadas, así lo demuestran trabajos realizados en los que estudian el comportamiento animal a la alteración de su medio ambiente. El constante movimiento vehicular para el transporte de personal, materiales e insumos, operación de la maquinaria y equipos automotores, así como el movimiento del personal para la realización de sus actividades ahuyentaría y

IMPACTO AMBIENTAL 21: Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo		
	limitaría el movimiento de ejemplares de fauna silvestre dentro del área de obras directas del proyecto, así como en áreas aledañas a este. Considerando que en el SAR del proyecto se distribuyen ejemplares de cinco especies catalogadas en categoría: Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y alicante (*Pituophis deppei*), bajo la categoría de amenazadas; y, la tortuga pecho quebrado (*Kinosternon integrum*), la lagartija espinosa de collar (*Sceloporus grammicus*) y la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) en la categoría de protección especial (Pr). La primera de ellas un mamífero, las tres siguientes se trata de reptiles y la última un ave. Este impacto en el área del proyecto tendría a ser poco significativo ya que el proyecto se desarrollaría en áreas totalmente afectadas, sin las condiciones naturales para ser usadas como áreas de refugio, alimentación o reproducción por las especies en categoría de riesgo.	
Descripción para evaluación RIAM modificado		
Componente de evaluación (código)	BE-4	
Criterio	**Valor**	**Comentario**
A1: Importancia	2	El grado de importancia radica en la diversidad de especies de fauna silvestre en el área de trabajo, del grupo de fauna dominante (aves), su capacidad de adaptación a las condiciones urbanas y a que de las 44 especies observadas en el SAR solo cinco se encuentran en alguna categoría de riesgo según el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
A2: Magnitud	-1	La magnitud se considera como cambio negativo, sin llegar a ser significativo, ya que las actividades a realizar no implican un cambio significativo que pueda impactar directamente a individuos de fauna silvestre en categoría de riesgo. Lo que se podría ocasionar es una disminución en el número de ejemplares de fauna silvestre presentes en el área del proyecto y áreas de desplazamiento vehicular, por ahuyentamiento de individuos, sin que ello implique la muerte de ejemplares.
B1: Permanencia	2	Se considera que el impacto solo se generaría durante el desmantelamiento, siendo este paulatino, afectando las áreas conforme se vaya avanzando en el retiro de las instalaciones del sistema de distribución, sin impactar toda el área del proyecto durante todo el tiempo que dura la etapa de abandono.
B2. Reversibilidad	2	Las posibles causas de afectación a individuos de especies en categoría de riesgo serían consecuencia de la operación de los equipos automotores y los vehículos, mayormente utilizados durante esta etapa de desarrollo del proyecto, por lo que, al momento de parar actividades se deja de afectar a los individuos, por lo que se considera un impacto totalmente reversible.

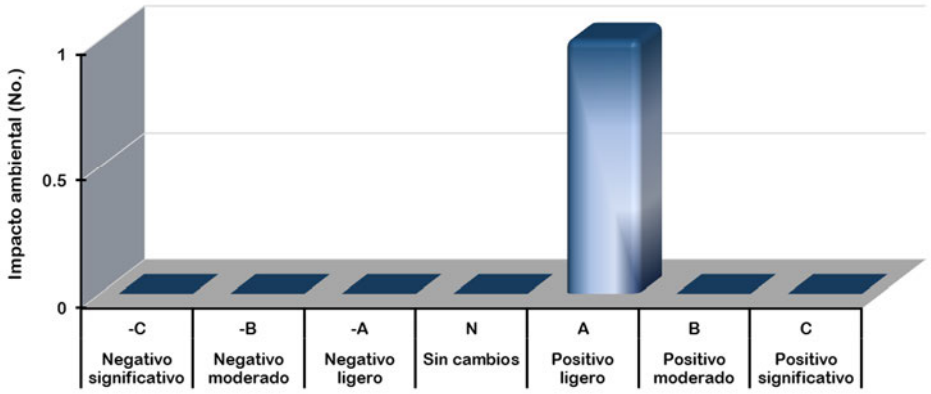
IMPACTO AMBIENTAL 21: Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo			
B3. Acumulabilidad / sinergia	3	Es un impacto que se suma al ocasionado por el desarrollo de los proyectos que actualmente se encuentran en operación en el área del SAR.	
B4. Susceptibilidad	2	La baja sensibilidad otorgada está relacionada con la disponibilidad de hábitat con características ambientales similares a las del área del proyecto. Por lo que, los individuos que sufrieran alteración de su hábitat podrían desplazarse hacia estas áreas.	
Valor de la evaluación (ES)	-18	Valor alfabético	-A (Impacto negativo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 22: Modificación de las cualidades estético - paisajísticas			
Factor ambiental impactado:	Paisaje / Calidad estético - paisajística		
Tipo de impacto:	Benéfico		
Actividades causantes:	• Restitución de áreas.		
Descripción:	Si bien, la infraestructura que se instalaría complementaría a los ductos de distribución del gas natural, como las ERM y las señalizaciones, se integran al paisaje urbano del área urbana de la ciudad de San Luis Potosí, al desmontarlas y retirarlas restaría infraestructura adicional a la obra civil de la ciudad, generando un cambio positivo muy específico en los sitios donde estas obras estarían cumpliendo su función.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	SC-2		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2	El área de afectación estaría muy limitada solo a las áreas de se ubicarían señalizaciones y se construiría infraestructura sobre la superficie, sin embargo, estas abarcarían superficie muy específica de dos municipios: San Luis Potosí y Villa de Reyes.	
A2: Magnitud	1		
B1: Permanencia	4		
B2. Reversibilidad	4		
B3. Acumulabilidad / sinergia	2		
B4. Susceptibilidad	2		
Valor de la evaluación (ES)	24	Valor alfabético	A (Impacto positivo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 23: Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos			
Factor ambiental impactado:	Calidad de vida / Generación de empleos		
Tipo de impacto:	Benéfico		
Actividades causantes:	• Retiro de materiales. • Restitución de áreas.		
Descripción:	La realización de las actividades de desmantela y rehabilitación de los sitios de las ERM y de señalización demanda mano de obra directa e indirecta, tanto calificada como no calificada para trabajo de campo y administrativo.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	EO-7		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2	La baja demanda de mano de obra, en cuanto a cantidad, con respecto a la gran demanda de mano de obra que existe en el SAR, lo lleva a ser relevante solo a nivel regional, sin considerar la totalidad de los municipios. Además, tomando en cuenta que se demanda mano de obra calificada lo lleva a tener impacto un poco más allá de lo local, pudiendo influir a nivel de zona urbana de la ciudad para cubrir los perfiles demandados.	
A2: Magnitud	1	Se considera que se tiene un efecto positivo por la generación de fuentes de empleo, sin embargo, dada la cantidad de personal que se demandaría con respecto a las fuentes de empleo de calidad que se demanda en una urbe de tal magnitud, solo lo lleva a considerarse como un mejoramiento del estado actual.	
B1: Permanencia	2	La demanda del personal para el desarrollo de estas actividades será durante toda la etapa de abandono del proyecto.	
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3		
B4. Susceptibilidad	1	Considerando la gran demanda de empleos en la zona urbana de San Luis Potosí y los que se generan para la realización de las actividades aquí mencionadas, se considera que la región es estable a los cambios que se pudieran experimentar.	
Valor de la evaluación (ES)	16	Valor alfabético	A (Impacto positivo ligero)

IMPACTO AMBIENTAL 24: Oferta de servicios de combustible			
Factor ambiental impactado:	Infraestructura y servicios / Oferta de servicios		
Tipo de impacto:	Adverso		
Actividades causantes:	• Retiro de materiales.		
Descripción:	Con el desmantelamiento de la infraestructura de distribución de gas natural se pone fin al abastecimiento de un combustible que se obtiene de manera natural, el cual se genera a partir de la descomposición de materia orgánica, siendo menos riesgoso para la población que otras alternativas de combustible de este tipo; y, algo muy importante, se pone fin a un bien primario, amigable con el medio ambiente, con menores emisiones de $C0_2$ en comparación con los combustibles tradicionales como el gas LP. Al usar gas natural, se aprovecha una energía más limpia, al reducir la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera, con un menor gasto en mantenimiento de equipos, además de que se elimina costos por bombeo (diésel y combustóleo) y de vaporizadores (LP).		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	EO-8		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia	2		
A2: Magnitud	-2		
B1: Permanencia	4		
B2. Reversibilidad	2		
B3. Acumulabilidad / sinergia	3		
B4. Susceptibilidad	2		
Valor de la evaluación (ES)	-44	Valor alfabético	-B (Impacto negativo moderado)

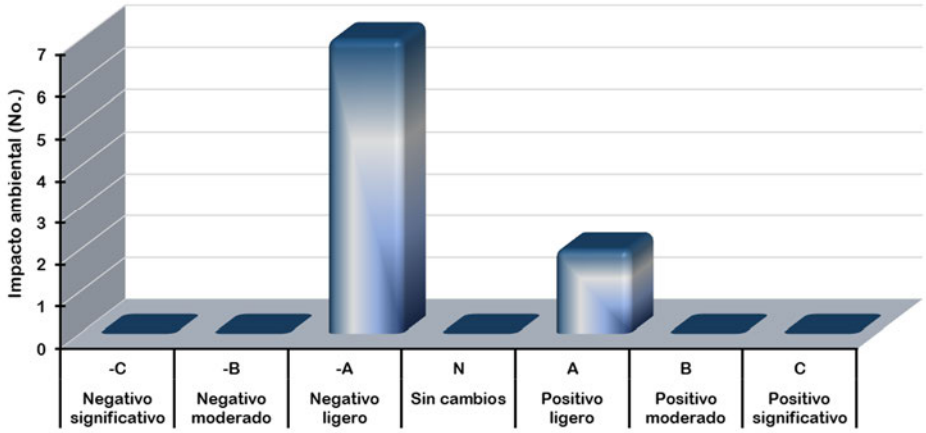
Analizando la información presentada en las fichas descriptivas de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto por cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, se tiene que el único impacto ambiental identificado a generarse en la etapa de preparación del sitio resulta ser positivo, pero ligero (Figura V.2).



Valor alfabético: A = Impacto ligero; B = Impacto moderado, C = Impacto significativo y, N = Sin cambio del estado actual. El signo menos que precede a la literal que identifica el valor alfabético hace referencia a impactos adversos o negativos.

Figura V.2. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de preparación del sitio.

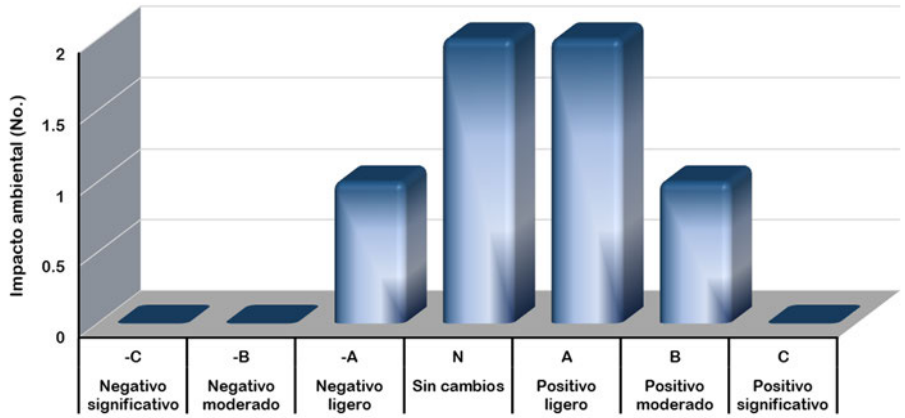
De los nueve impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de construcción del proyecto, siete resultaron ser adversos y dos benéficos o positivos. Los siete impactos adversos clasificaron como ligeros e, igual clasificación tuvieron los dos impactos benéficos (Figura V.3).



Valor alfabético: A = Impacto ligero; B = Impacto moderado, C = Impacto significativo y, N = Sin cambio del estado actual. El signo menos que precede a la literal que identifica el valor alfabético hace referencia a impactos adversos o negativos.

Figura V.3. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de construcción.

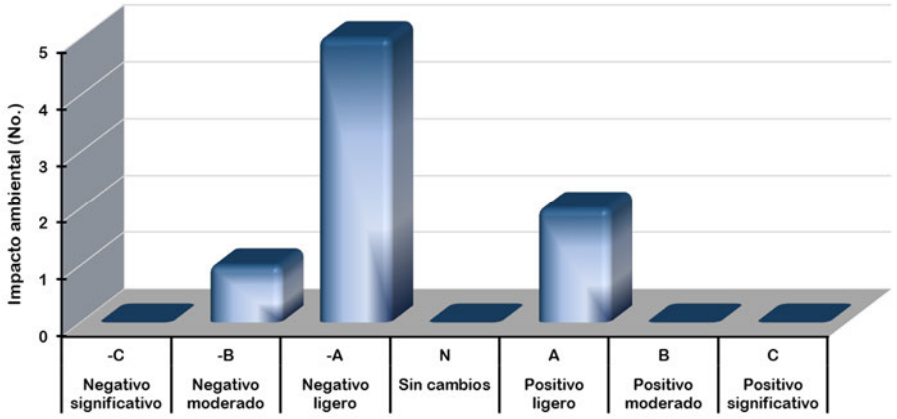
En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se tiene que se identificaron seis impactos ambientales en total, de los cuales dos no representan un cambio en el estado actual de condiciones ambientales y dos son positivos, uno es adverso ligero, dos positivos ligeros y el otro positivo moderado (Figura V.4).



Valor alfabético: A = Impacto ligero; B = Impacto moderado, C = Impacto significativo y, N = Sin cambio del estado actual. El signo menos que precede a la literal que identifica el valor alfabético hace referencia a impactos adversos o negativos.

Figura V.4. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de operación y mantenimiento.

Finalmente, de los ocho impactos ambientales totales identificados a generarse en la etapa de abandono, resultó que seis serían adversos y dos positivos (Figura V.5). De los seis impactos adversos, cinco clasificaron como ligeros y uno moderado, y los dos impactos positivos resultaron ser ligeros.



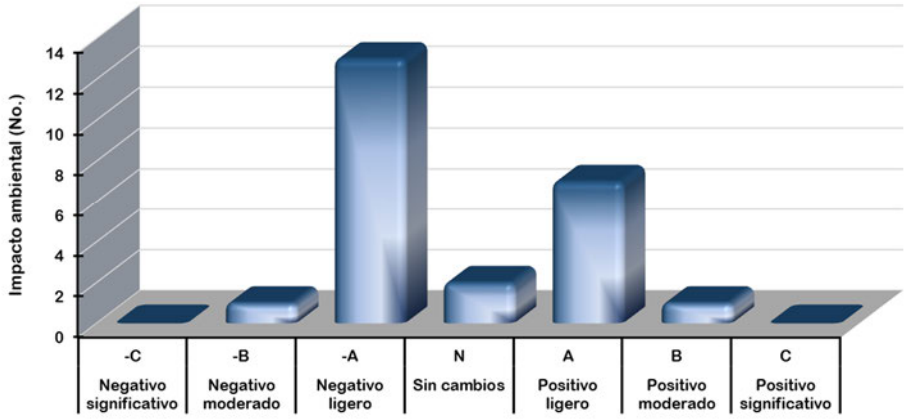
Valor alfabético: A = Impacto ligero; B = Impacto moderado, C = Impacto significativo y, N = Sin cambio del estado actual. El signo menos que precede a la literal que identifica el valor alfabético hace referencia a impactos adversos o negativos.

Figura V.5. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de abandono.

Hasta aquí, cabe aclarar que el valor estimado de la significancia se realiza sin considerar la implementación de medidas ambientales, las cuales se presentan en el siguiente capítulo de esta manifestación de impacto ambiental. Estas tendrán el objetivo de prevenir y mitigar los impactos ambientales de los que se habla en este capítulo.

De manera general, de los 24 impactos ambientales potenciales identificados a generarse por el desarrollo del proyecto, agrupando las 92 interacciones identificadas en la matriz de Leopold, resultó que 14 se consideran adversos, 13 clasificados como ligeros y solo uno moderado (Figura V.6; Tabla V.10). De los 10 restantes, ocho se consideran benéficos y dos no implican un cambio significativo del estado actual. De los ocho positivos, siete se consideran ligeros y uno moderado.

Sin hondar en la discusión de los impactos ambientales benéficos, los más relevantes estarían relacionados con el componente socio – económico, por la generación de empleos y la derrama económica que representaría el desarrollo del proyecto, lo cual cobra mayor relevancia posterior a la crisis mundial ocasionada por la pandemia (Tabla V.10). Este impacto es poco significativo para las actividades de la etapa de preparación del sitio, cobrando gran relevancia durante la etapa de construcción por la mayor de mano de obra y la derrama económica que implica el levantar e instalar la infraestructura planeada. Ya en la etapa de operación y mantenimiento se reduce la demanda de mano de obra y la derrama económica, no obstante que su demanda y generación serían constantes y permanentes.



Valor alfabético: A = Impacto ligero; B = Impacto moderado, C = Impacto significativo y, N = Sin cambio del estado actual. El signo menos que precede a la literal que identifica el valor alfabético hace referencia a impactos adversos o negativos.

Figura V.6. Valor alfabético de los impactos ambientales potenciales a generarse durante el desarrollo total del proyecto.

Tabla V.9. Concentrado de la valorización de los impactos ambientales potenciales a generarse por etapa de desarrollo del proyecto.

ID	Código	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
Preparación del sitio										
1	EO-1	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	2	1	3	2	1	1	14	A
Construcción										
2	FQ-1	Alteración de las propiedades físicas del suelo	2	-1	3	2	3	2	-20	-A
3	FQ-2	Degradación química del suelo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
4	FQ-3	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
5	FQ-4	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
6	BE-1	Disminución del número de individuos de especies de fauna silvestre	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
7	BE-2	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
8	SC-1	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	1	-1	4	4	4	2	-14	-A
9	EO-2	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	2	1	3	2	3	2	20	A
10	EO-3	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	2	1	3	2	3	2	20	A
Operación y mantenimiento										
11	FQ-5	Degradación química del suelo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
12	FQ-6	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	0	2	1	3	2	0	N
13	FQ-7	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	0	2	1	3	1	0	N
14	EO-4	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	2	1	4	2	3	1	20	A

ID	Código	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
15	EO-5	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	2	1	4	2	3	1	20	A
16	EO-6	Oferta de servicios de combustible	2	2	4	2	4	3	52	B
Abandono										
17	FQ-8	Degradación química del suelo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
18	FQ-9	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
19	FQ-10	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
20	BE-3	Disminución del número de individuos de especies de fauna silvestre	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
21	BE-4	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
22	SC-2	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	2	1	4	4	2	2	24	A
23	EO-7	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	2	1	2	2	3	1	16	A
24	EO-8	Oferta de servicios de combustible	2	-2	4	2	3	2	-44	-B

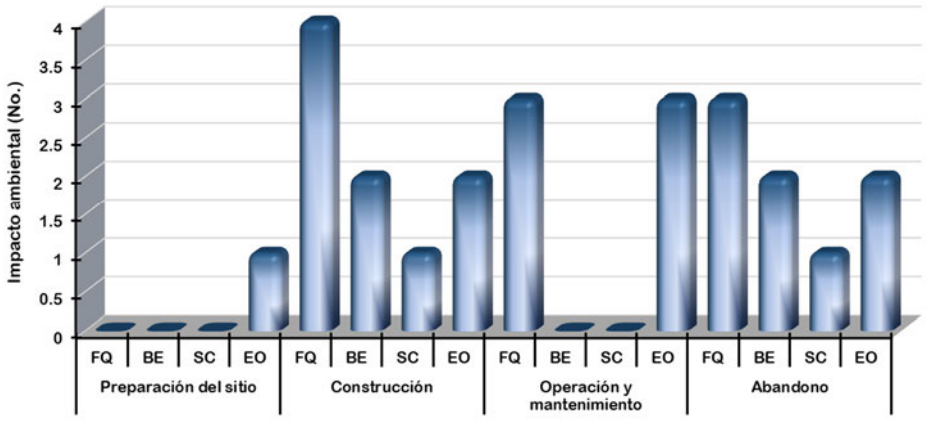
§ Código del componente de evaluación: FQ = Físico / químico; BE = Biológico / ecológico; SC = Sociológico / cultural y, EO = Económico / operacional.

§§ Valor alfabético: A = Impacto ligero; B = Impacto moderado, C = Impacto significativo y N = Sin cambio del estado actual. El signo menos que precede a la literal que identifica el valor alfabético hace referencia a impactos adversos o negativos.

Resultados de los componentes de evaluación

De los cuatro componentes ambientales que se consideran para clasificar los impactos ambientales en el RIAM modificado, resultó que el FQ sería el que tendría la mayor afectación, numéricamente hablando, con 10 impactos entre las cuatro etapas de desarrollo (Tabla V.10; Figura V.7), sufriendo el mayor número de impactos en las etapas de construcción y abandono del proyecto. En segundo lugar, se encuentra el componente EO con ocho impactos, sufriendo mayor número de impactos en la etapa de operación con tres, dos en las etapas de construcción y abandono y uno en la etapa de preparación del sitio. De los ocho totales identificados, siete resultaron benéficos y uno adverso, este último relacionado con la culminación del servicio de abastecimiento de gas natural en la etapa de abandono.

De los cuatro componentes, el sociológico / cultural sería el que se vería menormente impactado, con solo dos impactos durante todo el desarrollo del proyecto. Ambos impactos están relacionados con la calidad estético – paisajística, uno adverso y el otro benéfico.



Componente de evaluación: FQ = Físico / químico; BE = Biológico / ecológico; SC = Sociológico / cultural y, EO = Económico / operacional.

Figura V.7. Clasificación de los impactos ambientales identificados a generarse por la realización del proyecto por componente de evaluación y etapa de ejecución.

Un punto que resaltar del análisis realizado es que no se encontró ningún impacto ambiental que se clasificará como de "Impacto significativo", de acuerdo con el rango de escalas de evaluación de impactos del RIAM modificado. Esto considerando el grado de afectación ambiental de la región donde se pretende desarrollar el proyecto y el efecto que tendría el desarrollo de las obras y actividades planteadas en el capítulo II de esta MIA-R.

V.3 Impactos ambientales residuales

Los impactos ambientales residuales están definidos en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 3, fracción X, como aquel impacto que persiste después de la aplicación de medidas ambientales ejecutadas para mitigarlo. La persistencia del impacto ambiental después de haber cesado la actividad que lo origina y haber implementado la medida o conjunto de medidas ambientales para prevenirlo o mitigarlo puede tener tres causas: que la medida no haya sido implementada correctamente; que no haya sido la apropiada o, que el impacto no cuente con una medida o medidas ambientales que sean capaces de mitigarlo, por lo que se tendrían que implementar otro tipo de acciones.

Para señalar los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto, se retoma el listado de impactos ambientales descritos en el apartado anterior. Como parte de la descripción, se ha hecho referencia a su persistencia, entendida esta como la permanencia del impacto.

La persistencia es un criterio que de acuerdo con la escala de valoración del RIAM modificado se evalúa a través de cuatro escalas (criterio B1 de la metodología modificada del RIAM). La escala 1 hace referencia a que no hay cambio o no aplica. La escala 2 hace referencia a impactos temporales a corto plazo, entiendo éste por un periodo de pocas semanas o meses. El impacto temporal a medio término, al que hace referencia la escala 3, implica un periodo de entre 1 y 10 años. Y, por último, la escala 4 hace referencia a un impacto permanente o largo plazo, aclarando que largo plazo implica un impacto que duraría por más de 10 años.

Si bien, persistencia podría usarse como un criterio para evaluar la residualidad del impacto, llegando a considerar un impacto ambiental residual a aquel que está presente en el ambiente por más tiempo de la escala mayor considerada. Para el caso de la valoración del RIAM modificado sería la escala 4 (cuatro) del criterio B1 que hace referencia a un impacto que estaría en el ambiente por un plazo por más de 10 años. Sin embargo, en esta temporalidad se considera el tiempo que estaría manifestándose el impacto, pero no implica que se trate de un impacto ambiental que no sea mitigable en los términos definidos en el artículo 3, fracción X, del reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, ya que un impacto se considera residual cuando este persiste después de haber implementado las medidas ambientales para mitigarlo.

Enfocándonos en los impactos ambientales adversos potenciales identificados y presentados en la Tabla V.10 y valorados con una escala 4 (cuatro), se tienen los únicos impactos que permanecerían por más de 10 años de constante serían la "Modificación de las cualidades estético – paisajísticas", en la etapa de construcción, y la "Oferta de servicios de combustible", en la etapa de abandono.

La "Modificación de las cualidades estético – paisajísticas" ocasionada por la instalación de las señalizaciones en el área de asentamientos humanos, desarrollo industrial y vialidades, se instalarían durante la construcción de las obras, como medidas de seguridad y advertencia para la población en general, y estarían en uso durante toda la vida operativa del proyecto. Considerando que se contemplan 32 años y medio como vigencia total del proyecto, implicaría que se trata de un impacto ambiental que estaría en el ambiente por un plazo mayor a 10 años. Sin embargo, se trata de un impacto ambiental que tiene medida ambiental eficiente que restablece el área a las condiciones previas al haberse generado el impacto, por lo que, no se puede considerar un impacto ambiental residual.

Adicionalmente, se construirían 57 ERM y el City Gate. Las primeras estarían ubicadas aledañas a las vialidades o de las construcciones de las clientes, lo cual no supondría un cambio paisajístico mayor. Y, por otro lado, el City Gate sería una construcción de 500 m^2 de un solo nivel, construido en un área con uso de suelo urbano construido, lo cual no implicaría un contraste en la unidad paisajística.

El segundo impacto ambiental clasificado en escala de persistencia "4", "Oferta de servicios de combustible" en la etapa de abandono, hace referencia a la conclusión del servicio de distribución de gas

natural por la culminación del proyecto. Se trata de un impacto clasificado como "Económico / operacional", al estar relacionado con temas de alternativas para brindar servicios de abastecimiento de combustibles para la población y lo que esta alternativa representa para la sociedad y el medio ambiente. Se considera como impacto ambiental adverso residual porque una vez concluida la vigencia del proyecto se pierde una alternativa más económica y con menor impacto al medio ambiente que otras disponibles, sin embargo, podría prolongarse la vida útil del proyecto si las condiciones de la infraestructura se mantienen en buenas condiciones y garantiza la operatividad eficiente del servicio.

La alteración de la calidad del aire por las emisiones de agentes contaminantes y del confort sonoro por las emisiones de ondas acústicas, son dos impactos ambientales que son generados durante el desarrollo del proyecto, siendo más recurrentes significativos ambientalmente durante la etapa de construcción. Sin embargo, estos impactos son intermitentes, es decir, solo se generan durante la operación de los agentes emisores, en este caso se trata de los equipos automotores, y se dejan de ocasionar al momento de parar su operación. Dado el carácter de estos impactos ambientales adversos, no se consideran residuales ya que se cuenta con medidas ambientales para mitigarlos, retornando las condiciones ambientales prevalecientes una vez que se dejan de ejecutar la acciones que los generan.

Ante lo antes expuesto, y considerando la definición de impacto ambiental residual del reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, no se identificó que la ejecución del proyecto vaya a generar impactos ambientales residuales. Algunos de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto pueden estar presentes por más 10 años, pero ello no implica que al momento de aplicar la medida correctiva vayan a persistir en el medio ambiente.

V.4 Impactos ambientales acumulativos

Los impactos ambientales acumulativos están definidos en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su artículo 3, fracción VII, como aquellos impactos que son resultado del incremento de impactos de acciones particulares que interactúan con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Este tipo de impactos se presentan cuando se analizan los impactos ambientales a generarse por un proyecto en particular dentro de un sistema ambiental regional, en el cual convergen otros proyectos.

Este análisis cobra mayor relevancia cuando se trata de proyectos convergentes en la misma región, se relacionan y/o tienen acciones o actividades similares que interactúan en el mismo ecosistema. No obstante, pueden converger proyectos con diferentes objetivos y generar impactos ambientales coincidentes, lo que no los hace excluyentes, sino aditivos.

La acumulabilidad o sinergia de un impacto ambiental es un criterio que de acuerdo con la escala de valoración del RIAM modificado se evalúa a través de cuatro escalas (criterio B3 de la metodología modificada del RIAM). La escala 1 (uno) hace referencia a cuando no hay cambio o no aplica. La escala 2 (dos) se refiere a cuando el impacto ambiental no se considera acumulativo, solo simple, es decir, que no

hay interacción con otros impactos. En la escala 3 (tres) ya se considera que el impacto es acumulable, pero la significancia de la interacción es incierta. Finalmente, la escala 4 (cuatro) representa un impacto que se considera acumulativo a los generados por otros proyectos o actividades que ocurren en la misma área.

La identificación de este tipo de impactos potenciales a generarse durante las etapas de desarrollo del proyecto se realiza de igual manera a la efectuada con los impactos ambientales residuales. Es decir, se retoma el listado de impactos ambientales descritos en las fichas técnicas de impactos ambientales, cuyo resultado se resume en la Tabla V.10, en la que, como parte de la descripción, se ha hecho referencia a la acumulabilidad del impacto. Por lo que, retomando los resultados de la tabla indicada, en la Tabla V.11 se presenta el listado de impactos ambientales que fueron valorados en las escalas 3 y 4, impactos ambientales acumulativos, es decir que se considera acumulativo a los generados por otros proyectos o actividades que ocurren en el SAR definido para el proyecto, incluyendo los que se consideran como inciertos. En este punto, cabe aclarar que algunos de los impactos acumulables se les dio el valor tres de la escala (significancia de la interacción incierta), con base a que el impacto ambiental que ocasionaría el desarrollo del proyecto se consideraría muy poco significativo con respecto al grado de afectación existente actualmente en el SAR. En este caso tenemos la afectación que ocasionaría el uso de los automotores para el desarrollo del proyecto, los cuales serían poco representativos con respecto al parque vehicular de la zona urbana de San Luis Potosí.

De los 24 impactos ambientales identificados en las cuatro etapas del proyecto, 22 se consideran como acumulativos, de los cuales solo dos se clasifica como acumulativo y 20 como acumulativos inciertos, dado la reversibilidad del impacto y la poca significancia de la afectación del proyecto con base a las condiciones actuales en el SAR definido para el desarrollo del proyecto. Los dos impactos identificados como acumulativos son la “Modificación de las cualidades estético – paisajísticas” y la “Oferta de servicios de combustibles”, este último siendo un impacto positivo, por lo que no requiere ser analizado ni del establecimiento de medida ambiental para prevenirlo o mitigarlo.

De los 20 impactos ambientales acumulativos inciertos, solo 13 son adversos y, de los siete restantes, cinco son positivos y dos no implican cambios en el estado actual (Tabla IV.11).

Considerando que el análisis de los impactos ambientales acumulativos se debe enfocar en los adversos para garantizar que se establezcan las medidas ambientales pertinentes para prevenir o mitigar su impacto en el medio ambiente, se tiene que en total se tendrían 14 impactos ambientales acumulativos, 13 acumulativos inciertos y solo uno acumulativo, siendo este la “Modificación de las cualidades estético – paisajísticas”.

Tabla V.10. Listado de impactos ambientales acumulativos potenciales a presentarse por el desarrollo del proyecto "Bajío – San Luis Potosí" en el SAR definido para su desarrollo.

ID	Código	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
Construcción										
1	FQ-1	Alteración de las propiedades físicas del suelo	2	-1	3	2	3	2	-20	-A
2	FQ-2	Degradación química del suelo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
3	FQ-3	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
4	FQ-4	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
5	BE-1	Disminución del número de individuos de especies de fauna silvestre	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
6	BE-2	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
7	SC-1	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	1	-1	4	4	4	2	-14	-A
Operación y mantenimiento										
8	FQ-5	Degradación química del suelo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
Abandono										
9	FQ-8	Degradación química del suelo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
10	FQ-9	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
11	FQ-10	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
12	BE-3	Disminución del número de individuos de especies de fauna silvestre	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
13	BE-4	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	2	-1	2	2	3	2	-18	-A
14	EO-8	Oferta de servicios de combustible	2	-2	4	2	3	2	-44	-B

§ Código del componente de evaluación: FQ = Físico / químico; BE = Biológico / ecológico; SC = Sociológico / cultural y, EO = Económico / operacional.

§§ Valor alfabético: A = Impacto ligero; B = Impacto moderado, C = Impacto significativo y N = Sin cambio del estado actual. El signo menos que precede a la literal que identifica el valor alfabético hace referencia a impactos adversos o negativos.

En la etapa de preparación del sitio no se tendrían impactos acumulativos. El único impacto identificado en esta etapa se refiere a la generación de empleos, pero considerando el personal demandado para la realización de estas actividades es muy poco significativo (uno o dos trabajadores), no tendría un real efecto en la generación de empleos en la región.

En la etapa de construcción se identificaron siete impactos ambientales adversos acumulativos, seis clasificados como inciertos y el único acumulativo. Los siete impactos acumulativos de esta etapa son clasificados como adversos ligeros.

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto se tendría un solo impactos ambiental negativo acumulativos, este clasificado como incierto, relacionado con la degradación química del suelo que se generaría por la generación de residuos durante las actividades de mantenimiento de la infraestructura.

Por último, en la etapa de abandono se identificaron seis impactos ambientales adversos acumulativos inciertos, cinco evaluados como ligeros y solo uno como moderado, siendo este el relacionado con la culminación del servicio de distribución de gas natural.

Si bien, Gómez – Orea (1999) determina que no todos los impactos deben estudiarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse sobre los impactos más importantes. Por ello, recomienda hacer un "cribado" para seleccionar los que, en principio y con la información de que se dispone, se estimen significativos. Sin restarle importancia a esta recomendación, en la presentación de los impactos ambientales residuales y acumulativos se decidió presentar todos los identificados en estas categorías de impactos independientemente del nivel de su significancia para guardar la coherencia con los resultados de las fichas descriptivas de los impactos ambientales. Por lo que, de las tablas anteriores, lo recomendable es enfocarse en los impactos ambientales de acuerdo con su nivel de significancia y definir las medidas ambientales más eficientes para prevenir o mitigar su potencial generación durante el desarrollo del proyecto, lo cual se realizará en el siguiente capítulo de esta MIA-R.

V.5 Impactos ambientales a nivel del SAR

Para poder evaluar la acumulabilidad y residualidad de los impactos ambientales identificados y descritos en los apartados anteriores, es importante tomar en cuenta las principales obras y actividades que se han desarrollado y de aquellas que actualmente tienen lugar en el SAR definido para el desarrollo del proyecto. En este caso, se debe considerar que el SAR está conformado por áreas con uso de suelo urbano (23.89% del polígono) y áreas destinadas a la producción de productos agrícolas (31.41% del polígono), por lo que se trata de áreas que han sido impactadas y en las que actualmente se desarrollan actividades, y obras, potencialmente generadoras de impactos ambientales.

Por lo que, al evaluar el grado de los impactos ambientales se tomó en cuenta el grado de conservación actual de los componentes ambientales descritos en el capítulo IV y la representatividad de las obras y actividades que se tienen planeadas realizar por el desarrollo del proyecto con respecto a las que en la actualidad se llevan a cabo. Bajo este contexto, fue que se asignaron los valores de los criterios en la valoración de los impactos ambientales potenciales y se obtuvieron los reportados en las fichas descriptivas de impactos.

En el análisis de identificación de impactos ambientales acumulativos y residuales del SAR se consideraron las principales obras y actividades que se han identificado como las principales generadoras de impactos ambientales: a) Desarrollo de infraestructura urbana y unidades habitacionales; b) Desarrollo de parques industriales; c) Desarrollo de vías de comunicación (Tráfico vehicular); d) Actividades agrícolas, y, e) Infraestructura de servicios urbanos. En la Tabla V.12 se presentan los resultados de los impactos ambientales acumulativos y residuales que se tienen por el desarrollo de estas obras y actividades.

Del ejercicio realizado, se identificaron 24 impactos ambientales acumulativos y/o residuales, los cuales pueden estar asociados a una o más de las cinco obras y actividades generales identificadas como las principales generadoras de impactos. El desarrollo de infraestructura urbana y unidades habitacionales es que presenta un mayor número de impactos ambientales acumulativos y/o residuales, generando 21 de los 24 identificados, seguido por las actividades agropecuarias. Sin embargo, el desarrollo del proyecto interactúa más con los impactos generado por el desarrollo de infraestructura de servicios urbanos y de los parques industriales, ya que es a esta clasificación a la que pertenecen.

Tabla V.11. Identificación de obras y actividades generadoras de impactos ambientales acumulativos y residuales en el contexto del SAR definido para el desarrollo del proyecto.

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Desarrollo de infraestructura urbana y unidades habitacionales	Fisiografía - relieve	Alteración de la conformación topográfica	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Cambio en el grado de pendiente y superficie afectada (ha) con respecto al total.
	Suelo - propiedades físicas	Afectación de las propiedades físicas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
	Suelo - propiedades químicas	Cambio de las propiedades químicas	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
								(proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020)
	Suelo - Erosión	Pérdida parcial o total de horizontes	Acumulativo y residual	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en Renard et al. (1997) y Montes-León et al. (2011).
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2014.
	Aire - Confort sonoro	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).
	Agua - calidad	Cambio en la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-003-SEMARNAT-1997;

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
								NOM-004-SEMARNAT-2002; NOM-127-SSA1-1994; OMS (2006).
	Agua - disponibilidad	Incremento en el consumo de agua del manto freático	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Disponibilidad de agua del acuífero, según lo indicado en los acuerdos por los que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los acuíferos del país en el Diario Oficial de la Federación. El actual fue publicado el 17 de septiembre de 2020; CONAGUA (2012).
	Flora - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de flora silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Densidad (individuos ha^{-1}) y diversidad (número de especies), por asociación vegetal de acuerdo con trabajos de investigación en la región; Ferro-Díaz (2015) y Alanís et al. (2020).
	Flora - cobertura	Modificación de la superficie con cobertura vegetal	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Superficie por afectar por tipo de asociación vegetal presente en la región de referencia;

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
								Ferro-Díaz (2015) y Alanís et al. (2020).
	Flora - especies en riesgo	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fauna - abundancia y diversidad	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Flores-Villela et al (2014); Cevallos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido et al (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de conectividad entre las mismas.
	Fauna - Disponibilidad de hábitat	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Proporción de áreas con funcionalidad ambiental para brindar servicios a la fauna silvestre.

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018).
	Paisaje - Calidad	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004).
	Paisaje - Capacidad visual	Afectación de la calidad de vida de los vecinos de las obras	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004).
	Uso de suelo - Habitacional	Incremento de ofertas para viviendas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	---
	Uso de suelo - Infraestructura urbana	Habilitación de áreas para beneficio de la población	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	---
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo	Temporal	Regional	Alta	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo	Temporal	Regional	Alta	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.
Parques industriales *(Industria de la transformación: siderúrgica, cemento, productos químicos, textil, plásticos, maquinaria, automotriz, electricidad*)	Fisiografía - relieve	Cambio en la conformación topográfica	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Cambio en el grado de pendiente y superficie afectada (ha) con respecto al total.
	Suelo - propiedades físicas	Alteración de las propiedades físicas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
	Suelo - propiedades químicas	Degradación química (contaminación del suelo por la dispersión de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos)	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
								como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020)
	Suelo - Erosión	Pérdida parcial o total de horizontes	Acumulativo y residual	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en Renard et al. (1997) y Montes-León et al. (2011).
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2014.
	Aire - Confort sonoro	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).
	Agua - calidad	Cambio en la composición fisicoquímica y/o	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-003-

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
		bacteriológica en el agua						SEMARNAT-1997; NOM-004-SEMARNAT-2002; NOM-127-SSA1-1994; OMS (2006).
	Agua - disponibilidad	Incremento en el consumo de agua del manto freático	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Disponibilidad de agua del acuífero, según lo indicado en los acuerdos por los que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los acuíferos del país en el Diario Oficial de la Federación. El actual fue publicado el 17 de septiembre de 2020; CONAGUA (2012).
	Flora - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de flora silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Densidad (individuos ha^{-1}) y diversidad (número de especies), por asociación vegetal de acuerdo con trabajos de investigación en la región; Ferro-Díaz (2015) y Alanís et al. (2020).
	Flora - cobertura	Reducción de la superficie con cobertura vegetal forestal	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Superficie por afectar por tipo de asociación vegetal presente en la región de referencia;

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
								Ferro-Díaz (2015) y Alanís et al. (2020).
	Flora - especies en riesgo	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fauna - abundancia y diversidad	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Flores-Villela et al (2014); Cevallos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido et al (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de conectividad entre las mismas.
	Fauna - Disponibilidad de hábitat	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Proporción de áreas con funcionalidad ambiental para brindar servicios a la fauna silvestre.

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018).
	Paisaje - Calidad	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004).
	Paisaje - Capacidad visual	Afectación de la calidad de vida de los vecinos de las obras	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004).
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.
	Movimiento poblacional / Inmigración	Llegada de fuerza de trabajo foránea	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso / benéfico	---

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
		(temporal y permanente)						
Tráfico vehicular	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Permanente (intermitente)	Regional	Alta	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2014.
	Aire - Confort sonoro	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Permanente (intermitente)	Regional	Alta	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).
	Fauna - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Flores-Villela et al (2014); Cevallos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido et al (2005).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de conectividad entre las mismas.

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.
Actividades agropecuarias	Suelo - propiedades físicas	Afectación de las propiedades físicas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
	Suelo - propiedades químicas	Cambio de las propiedades químicas	Acumulativo	Temporal	Regional	Alta	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
								residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020).
	Suelo - Erosión	Pérdida parcial o total de horizontes	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en Renard et al. (1997) y Montes-León et al. (2011).
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2014.
	Aire - Confort sonoro	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
								SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).
	Agua - calidad	Cambio en la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-003-SEMARNAT-1997; NOM-004-SEMARNAT-2002; NOM-127-SSA1-1994; OMS (2006).
	Agua - disponibilidad	Incremento en el consumo de agua del manto freático	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Disponibilidad de agua del acuífero, según lo indicado en los acuerdos por los que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los acuíferos del país en el Diario Oficial de la Federación. El actual fue publicado el 17 de septiembre de 2020; CONAGUA (2012).
	Flora - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de flora silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Densidad (individuos ha^{-1}) y diversidad (número de especies), por asociación vegetal de acuerdo con trabajos de investigación en la región; Ferro-Díaz

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
								(2015) y Alanís et al. (2020).
	Flora - cobertura	Modificación de la superficie con cobertura vegetal	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Superficie por afectar por tipo de asociación vegetal presente en la región de referencia; Ferro-Díaz (2015) y Alanís et al. (2020).
	Fauna - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Flores-Villela et al (2014); Cevallos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido et al (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de conectividad entre las mismas.
	Fauna - Disponibilidad de hábitat	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Proporción de áreas con funcionalidad ambiental para brindar servicios a la fauna silvestre.

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018).
	Paisaje - Calidad	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004).
	Uso de suelo agropecuario	Producción de bienes y servicios para alimento de la población	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	---
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Infraestructura de servicios urbanos	Fisiografía - relieve	Alteración de la conformación topográfica	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Cambio en el grado de pendiente y superficie afectada (ha) con respecto al total.
	Suelo - propiedades físicas	Afectación de las propiedades físicas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
	Suelo - propiedades químicas	Cambio de las propiedades químicas	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020).

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2014.
	Aire - Confort sonoro	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).
	Fauna - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Flores-Villela et al (2014); Cevallos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido et al (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
								conectividad entre las mismas.
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna de especies en categoría de riesgo	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018).
	Uso de suelo - Infraestructura urbana	Instalación de infraestructura para servicios a la población	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	---
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.

V.6 Conclusiones

Del análisis integrado mostrado anteriormente, en el que se revisó el conjunto de impactos ambientales por la ejecución de las obras y actividades que comprenden el proyecto sobre cada factor e indicador ambiental, de manera global, se desprenden las siguientes conclusiones:

- De la interacción de 23 obras y actividades que involucran la ejecución del proyecto con 10 subfactores de tipo ambiental, social y económico, se identificaron 92 relaciones susceptibles de recibir un cambio. De estas 92 interacciones, 39 se consideran benéficas y 53 adversas. De estas últimas, ninguna se presenta en la etapa de preparación del sitio, 39 durante la construcción, ocho en la operación y mantenimiento y seis en la etapa de abandono.
- Entre las cuatro etapas de desarrollo del proyecto, se identificó la generación de 24 impactos ambientales, uno en la etapa de preparación del sitio, nueve en la construcción, seis en la operación y mantenimiento y ocho en la etapa de abandono.
- De los 24 impactos ambientales a generarse durante el desarrollo del proyecto, 14 clasificaron como adversos, de los cuales solo uno alcanzó una valoración como negativo moderado y los otros 13 como negativos ligeros. La etapa de construcción es cuando se tienen más adversos con siete de los 14 identificados.
- El único impacto adverso que alcanzó un valor de adverso moderado se presenta en la etapa de abandono, pertenece al componente de evaluación Económico / operacional (EO), y corresponde a la culminación del abastecimiento de gas natural en el área del proyecto.
- De los 24 impactos ambientales a generarse, ninguno se clasifica como impacto residual, de acuerdo con la definición de este tipo de impactos incluida en el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.
- De los 22 impactos ambientales a generarse, solo 14 de ellos clasificaron como impactos adversos acumulativos, de los cuales 13 acumulativos inciertos y solo uno acumulativo, siendo este la “Modificación de las cualidades estético – paisajísticas”, dado la reversibilidad del impacto y la poca significancia de la afectación del proyecto con base a las condiciones actuales en el SAR definido para el desarrollo del proyecto.

Todos los impactos ambientales descritos en este capítulo, incluyendo los residuales y acumulativos, cuentan con medidas ambientales que ayudan a mitigar su efecto en el medio ambiente y en la sociedad. Como parte del desarrollo del proyecto se han seleccionado aquellas medidas ambientales que han tenido una mejor respuesta en la mitigación de los efectos adversos en el ambiente. La propuesta de estas medidas ambientales a implementar se presenta para consideración de la autoridad en el siguiente capítulo de esta MIA-R.

Referencias

Alanís R., E., Mora O., A., y Marroquín de la F., J. S., 2020. Muestreo ecológico de la vegetación. Universidad Autónoma de Nuevo León. Editorial Universitaria UANL. 252 p.

Batelle – Columbus Laboratories, 1792. Método Batelle – Columbus.- Ventajas y Desventajas. En: file:///D:/Literatura_Ambiental/Impacto_Ambiental/Metodo de EIA_Batelle-Columbus.pdf. Consultado: Abril, 2022.

Bojórquez-Tapia, L.A., Ezcurra, E., y García, O., 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. J Environ Manag 53: 91 – 9.

Canter, L. W., 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnica para la elaboración de estudios de impacto. 2ª. Edición. Edt. McGraw-Hill – Interamericana. Madrid, España. 841 p.

Ceballos, G. y Oliva, G. (Coords.), 2005. Los mamíferos silvestres de México. Conabio/Fondo de Cultura Económica, México D. F. 988 p.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2012. Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México: Informe final. En: www.researchgate.net/profile/Gloria_Soto2/publication/274053633. Consultado: Marzo, 2022.

Conesa F., V., 2000. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Edt. Mundi Prensa. 3ª Edición. Madrid, España. 412 p.

Cuanalo de la C., H., 1981. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. 2ª edición. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Edo. de México. 40 p.

Espinoza, G., 2002. Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo – Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago, Chile. 259 p.

FAO, 2020. Soil testing methods – Global Soil Doctors Programme - A farmer-to-farmer training programme. En: https://www.fao.org/3/ca2796en/ca2796en.pdf. Consultado: Marzo, 2022.

Ferro-Díaz, J., 2015. Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. ECOVIDA 5(1): 139 – 186.

Flores-Villela, O., y García-Vázquez, U. O., 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S467 – S475.

FMCN, CONAFOR, USAID, y USFS, 2018. Manual para trazar la unidad de muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI – Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal – Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. En: https://fonnor.org/wp-content/uploads/2019/02/3.-Manual-de-Monitoreo-de-Fauna.pdf. Consultado: Marzo, 2022.

Forcada D., E., 2000. El impacto ambiental en la agricultura: metodologías y procedimientos. Edt. Analistas Económicos de Andalucía. 323 p.

Fricovsky, B., Jagercikova, L., y Bodis, D., 2016. Rapid Impact Assessment Matrix: Case study for the Sliac Spa. Slovak Geol Mag., 16 (2): 71 – 90.

Gómez – Orea., D., 1999. Evaluación de impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 1ª. Edición. Edt. Mundi – prensa. Madrid, España. 718 p.

Ijäs, A., Kuitunen, M. T., y Jalva., K., 2010. Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. Environmental Impact Assessment Review 30: 82 – 89.

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 205 p.

Jensen, A., y Laursen, K., 1998. Use of the Rapid Impact Assessment Method (RIAM) on the fly ash landfill at the power station Vestkraft I/S in Esbjerg. Danish Envivironmental Protection Agency, 24p.

Karami, M., Ahmadi., H., y Karami, K., 2016. Environmental impacts assessment of construction and utilization phases of tourism projects in Karum Dam IV, Iran. Caspian J. Envrion. Sci 14(2): 165 – 175.

Kuitunen, M., Jalava, K., y Hirvonen K., 2008. Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results. Environmental Impact Assessment Review 28: 312 - 320.

Kumar, A., Dhar, H., Nair, V. V., Rena, R., Govani, J., Arya, S., Bhattacharya, J. K., Vaidya, A. N., y Akolkar, A. B., 2019. Environmental quality monitoring and impact assessment of solid waste dumpsites in high altitude sub-tropical regions. Journal of Environmental Management 252. 109681.

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hnasha, B. B., y Balsley, J. R., 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey Circular 645.

Mahiny, A. S., Momeni, I, y Karimi, S., 2011. Towards improvements of environmental impact assessment methods – A case study in Golestan Province, Iran. World Applied Sciences Journal 15 (1): 151 – 159.

Mihaiescu, R., Pop, A. I., Muntean, O.L., Mihaiescu, T., Malos, C., Oprea, M. G., Dezsi, S., Ozunu, A., Arguhius, V., Baciu, N., Rosian, G., y Macicasan, V., 2015. The use of rapid impact assessment matrix (RIAM) in assessing the environmental impacts in protected areas: Case study: Mountain glacial lakes areas in Romania. ProEnvironment 8: 629 – 636.

Momeni, I., Mahini, A. S., y Karimi, A., 2011. An introduction to improvement of environmental impact assessment methods in Iran. World Applied Sciences Jorunal 12 (9): 1536 – 1543.

Montes-León, M. A. L., Uribe-Alcántara, E. M., y García-Celis, E., 2011. Mapa nacional de erosión potencial. Tecnología y Ciencia del Agua 11(1): 5 – 17.

Müller, F., y Lenz, R., 2006. Ecological indicators: Theoretical fundamentals of consistent aplications in environmental management. Ecological Indicators 6: 1 – 5.

Muñoz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural 77: 139 – 156.

OMS, 2006. Guías para la calidad del agua potable: Primer apéndice a la Tercera Edición. En: http://who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_fulll_lowsres.pdf?ua=1.

Pastakia, C.M.R., 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)- A New Tool for Environmental Impact Assessment. K Jensen Olsen & O Fredensborg (eds.), Denmark, pp. 8-19.

Pastakia, C.M.R., y Jensen, A., 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) for EIA. Environment Impact Asses Rev Review 18: 461 – 482.

Pastakia, C.K., y Madsen, A., 1998. Rapid assessment matrix for use in water related projects. Environmental Impact Assessment Review 18: 461-482.

Perevochtchikova, M., 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y Política Pública, XXII (2): 283 – 312.

Ramírez-Pulido, J., Arroyo-Cabrales, J., y Castro-Campillo, A., 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zool. Mex, 21 (1): 21 - 82.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., y Yoder, D. C., 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA, Agriculture Handbook Number 703. 384 p.

USDA, 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Washington, D.C. 82 p.

Valizadesh, S., y Hakimian, H., 2018, Evaluation of waste management options using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix in Birjand, Iran. International Journal of Environmental Science and Technology. Doi.org/10.1007/s13762-018-1713-z.

Von Schiller C., D., S. Ballester E., J. Martínez D., A. Delgado N., M.L. Vivas N. y S. Fernández B. 2003. Indicadores ambientales en el contexto europeo. El Portal de Biología y Ciencias de la Salud: http:// www.biologia.org. p. 10.

WHO, 1999. Guidelines for community noise. Geneva. En: http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.

ÍNDICE GENERAL

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 la mitigación o correctivas por componente ambiental 2

VI.2 Programa de vigilancia ambiental 20

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo) 34

VI.3.1 Seguimiento y control de impactos ambientales 35

VI.3.2 Verificación de la condición del medio ambiente 37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1. Medidas ambientales propuestas para impactos ambientales adversos identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, por etapa de desarrollo del proyecto, incluyendo las medidas para impactos acumulativos y residuales. 5

Tabla VI.2. Planes que constituyen el programa de vigilancia ambiental propuesto como parte de la implementación de las medidas ambientales para el desarrollo del proyecto. 21

Tabla VI.3. Contenido general de los programas que constituyen el programa de vigilancia ambiental a implementar como parte del proyecto. 23

Tabla VI.4. Escala para la evaluación del nivel de cumplimiento o eficiencia de las medidas ambientales. 38

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El planteamiento del proyecto es el resultado del trabajo efectuado por un equipo de especialistas en diversos temas, entre ellos los relacionados con ingeniería civil, especialistas en la distribución de gas y uso de energías alternativas, legislación ambiental, botánicos, biólogos especialistas en la identificación y manejo de fauna silvestre y técnicos especialistas en evaluación de impacto ambiental. Cada uno contribuyó, en el ámbito de su conocimiento, en el diseño y planteamiento de alternativas para el desarrollo del proyecto siempre pensando en las opciones más viables social, económica y ambientalmente.

Las opiniones estuvieron basadas en revisiones de la reglamentación ambiental vigentes y aplicables en la región y áreas de desplante de las obras del proyecto, lo cual se ve reflejado en la vinculación jurídica – ambiental presentada en el capítulo III de este documento, en la cual se incluyó un análisis detallado de los diversos proyectos autorizados en materia ambiental en la región donde se inserta el proyecto. A este le siguió el análisis de las especificaciones aplicables de los diversos instrumentos jurídicos, los cuales fueron considerados en el diseño presentado a evaluación.

Además, la sustentabilidad ambiental dada al planteamiento del proyecto es el resultado de estudios de campo realizados para conocer el estado que guardan los componentes ambientales previo a su ejecución. Complementando la revisión de literatura llevada a cabo para conocer la información oficial y científica del comportamiento y estado de los componentes ambientales, se efectuó un trabajo de campo particular para conocer a detalle el estado de los componentes ambientales, como su grado de deterioro o conservación, calidad ambiental, funcionalidad, capacidad de aprovechamiento, entre otros, lo cual está plasmado en el desarrollo del capítulo IV de este documento.

Como parte del análisis se consideró que unos de los objetivos del presente proyecto es instalar el sistema de transporte y la red de distribución de gas natural en áreas específicas de la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí y Valle de Reyes para conectar clientes industriales mediante la instalación de puntos de interconexión, 57 ERM y un City Gate.

El desarrollo del proyecto implica la ejecución y realizar obras y actividades que en un momento dado pueden ser potenciales generadores de afectaciones al medio ambiente, las cuales fueron analizadas identificadas, cuantificadas y descritas en el capítulo anterior.

Los impactos ambientales por generarse y su magnitud están asociados a las obras y actividades a ejecutarse y el grado de conservación de los factores y subfactores del medio ambiente del SAR definido para el desarrollo del proyecto y en el área del proyecto mismo. Es de resaltar que, en el área de desplante de las obras y actividades planteadas para el desarrollo del proyecto, se llevarían a cabo todas en áreas con

infraestructura urbana, áreas industriales y vías de comunicación construidas y que tienen un alto flujo vehicular. Su realización no implica la afectación de comunidades vegetales forestales, por lo que, no implica la realización del cambio de uso de suelo en alguno de sus sitios ni la afectación de cuerpos de agua superficiales ni subterráneos.

Un análisis detallado del contexto ambiental, incluyendo una revisión del planteamiento y desempeño ambiental de proyectos de este tipo ejecutados en la región y el conocimiento de diversos proyectos similares al pretendido por parte de los miembros del equipo de trabajo, permite afirmar que este proyecto no pondría en riesgo algún componente ambiental del ecosistema en el que se inserta. No obstante, del análisis hecho, se llegó a la conclusión de que, para el tipo de obras y actividades a ejecutar, se requerirían medidas especiales, tecnológicas o procedimentales, para prevenir y mitigar los impactos ambientales a generarse por el desarrollo del proyecto. Las actividades procedimentales están descritas en el capítulo II de esta MIA-R, pero se retoman en el presente capítulo, integrándolas al conjunto de medidas ambientales.

Es importante destacar que, para los efectos ambientales adversos que se prevén, se cuenta con medidas de prevención, mitigación o compensación claramente identificadas y se cuenta con la capacidad para su implementación. En el caso de los impactos residuales, aunque no son susceptibles de prevención, dada su naturaleza, se cuenta con acciones de mitigación que han demostrado ser eficientes.

Algunas de las medidas identificadas tienen aplicación general, es decir, poseen efectos favorables para la prevención o mitigación de impactos en más de un factor ambiental; otras, en cambio, son específicas a un solo factor ambiental, algún componente u obra del proyecto, o alguna de sus etapas.

Adicionalmente, se incluyen medidas orientadas a la prevención o mitigación de efectos asociados con actividades que, aunque no fueron consideradas relevantes en la evaluación por no generar impactos ambientales considerados moderados o severos, acumulativos o residuales, se integran al conjunto de acciones previstas por la empresa.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

El conjunto de medidas ambientales que se proponen ejecutar tiene su origen en el resultado del proceso implementado para la identificación de impactos ambientales, el cual estuvo constituido por la aplicación de un conjunto de técnicas que incluyó una revisión de matrices causa – efecto genéricas realizadas en proyectos del mismo tipo desarrollados en la región, sobreposición de mapas, lista de chequeo, la realización de una matriz de relación causa – efecto y, con la finalidad de poder jerarquizar los impactos, se realizó un análisis semicuantitativo con el método matricial denominado *Rapid Impact Assessment Method* modificado (RIAM-M) (Pastakia, 1998; Ijäs *et al.*, 2010).

En total se identificaron 24 diferentes impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto, entre adversos y benéficos (Tabla V.9). Cada uno de ellos con la posibilidad de presentarse en las

cuatro diferentes etapas de desarrollo del proyecto. No obstante, debido a las obras y actividades que implica su realización y las condiciones ambientales del predio, algunos solo se generarían en una o dos de las etapas. Estos 24 impactos son el resultado de la interacción de 23 obras y actividades que involucran la ejecución del proyecto con 10 subfactores de tipo ambiental, social y económico, dando como resultado la identificación de 92 relaciones susceptibles de recibir un cambio, tanto adversas como benéficas (Tabla V.5).

De acuerdo con el resultado obtenido en la matriz de identificación de impactos, en las etapas de preparación del sitio se tendría un solo impacto, nueve en la de construcción, seis en la operación y mantenimiento y ocho en la etapa de abandono; en todos los casos ocasionados por diversas obras y actividades.

El impacto ambiental identificado en la etapa de preparación del sitio resultó ser benéfico ligero. De los nueve impactos ambientales potenciales a generarse en la etapa de construcción del proyecto, siete resultaron ser adversos y dos benéficos o positivos. Todos clasificaron como ligeros.

En la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, se tiene que se identificaron seis impactos ambientales en total, de los cuales dos no implican cambios en el estado actual en el medio ambiente. De los cuatro restantes, solo uno se clasificó como adverso ligero y los tres restantes como benéficos, dos ligeros y uno moderado.

Finalmente, de los ocho impactos ambientales totales identificados a generarse en la etapa de abandono, resultó que seis serían adversos y dos positivos. Cinco de los impactos adversos clasificaron como ligeros y el otro como moderado. Y, de los impactos positivos, los dos alcanzaron un valor para clasificarse como ligeros.

Es importante mencionar que el impacto del proyecto sobre la superficie del terreno es directo y que los principales aspectos para la mitigación de los impactos identificados se basan ampliamente en lo considerado en el programa de vigilancia ambiental que la empresa ha elaborado y ejecutado para la operación de proyectos similares, el cual se propone implementar para el desarrollo de este proyecto que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental. Este tiene algunas modificaciones considerando los tipos de impactos ambientales potenciales a generarse durante el desarrollo del proyecto, solo sufriendo algunas adecuaciones en las medidas acorde con los impactos ambientales.

El programa que se propone ejecutar involucra un conjunto de medidas ambientales con el fin de prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales potenciales a generarse por el proyecto. Agrupadas y ejecutadas, todas las medidas ambientales le dan al proyecto la sostenibilidad que se busca en la ejecución de las actividades de distribución de gas natural.

Es preciso referir que, de ser necesario, se contratará un equipo de asesores especializados en temas ambientales y de seguridad, quienes serán los encargados de vigilar el cumplimiento de las medidas ambientales y de la elaboración de los reportes e informes de los resultados obtenidos.

El listado de las medidas ambientales está ligado directamente con las fichas descriptivas de impactos ambientales, siguiendo el mismo orden de presentación, el cual se realizó por etapa de desarrollo del proyecto. Se siguió este procedimiento para facilitar la labor de la autoridad al momento de verificar que cada uno de los impactos ambientales potenciales identificados y descritos tuvieran su propia medida ambiental.

En las fichas descriptivas se presenta, de manera detallada, el impacto ambiental, el tipo de impacto, el factor y subfactor ambiental que se vería afectado, las obras y actividades que lo originan, se describe detalladamente el impacto, se asigna su código de identificación, se presenta la valoración por criterio de valoración del impacto y el valor final (numérico y alfabético), tal cual lo muestra la ficha de muestra que se presenta a continuación.

IMPACTO AMBIENTAL (No.): (Nombre)			
Factor ambiental impactado:	Factor / subfactor		
Tipo de impacto:	Adverso / Benéfico		
Actividades causantes:	Incluye obras y actividades que originan la afectación		
Descripción:	Se describe el tipo de impacto, incluyendo el origen y forma de manifestarse.		
Descripción para evaluación RIAM modificado			
Componente de evaluación (código)	Se asigna el código considerado los componentes de evaluación determinado por los factores y subfactores a ser afectados.		
Criterio	**Valor**	**Comentario**	
A1: Importancia			
A2: Magnitud			
B1: Permanencia			
B2. Reversibilidad			
B3. Acumulabilidad / sinergia			
B4. Susceptibilidad			
Valor de la evaluación (ES)		Valor alfabético	

En la Tabla VI.1 se presentan las medidas ambientales según la etapa de desarrollo del proyecto, incluyendo las medidas ambientales solo para los impactos adversos, incluyendo a los clasificados como acumulativos ya que no se identificaron impactos ambientales considerados residuales. El orden de su inclusión y descripción sigue el de la presentación de los impactos ambientales potenciales, identificados según el resultado del proceso de valorización de impactos del capítulo V. Cuando en una misma etapa de desarrollo se encontró el mismo impacto, solo que, ocasionado por obra o actividad diferente, se juntaron para presentar la medida o medidas ambientales a implementar para prevenirlo, mitigarlo o compensarlo.

Tabla VI.1. Medidas ambientales propuestas para impactos ambientales adversos identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, incluyendo las medidas para los impactos ambientales acumulativos.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
Construcción					
FQ-1	Alteración de las propiedades físicas del suelo	• Medida de mitigación: Para mantener la misma composición estructural del perfil del suelo, el relleno de las zanjas debe ser estructural cuando estén localizadas bajo banquetas, pavimentos y otros, incluyendo el relleno de arena previamente compactada. El grado de compactación al momento de cerrar la zanja será el mismo utilizado en la conformación de la base de la carpeta de rodamiento al momento de las construcciones de las vialidades para evitar deformaciones en la carpeta de rodamiento afectada y restaurada. • Medida de mitigación: El relleno de la zanja se realizará reutilizando al máximo el material producto de la excavación o, en su caso, con material proveniente de bancos de materiales autorizados, extrayéndose y eliminándose previamente todo tipo de desperdicios orgánicos e inorgánicos, así como piedras y residuos de pavimentos demolidos que por su tamaño impidan una adecuada compactación. El material de excavación que no se reutilice se manejará como residuo de manejo especial y se dispondrá donde la autoridad competente lo determine. En este caso, se debe tener en consideración que la base de la zanja y el relleno alrededor del tubo, hasta una altura de 0.30 m tomada a partir del lomo de la tubería, será de arena	Preservación de las propiedades físicas del suelo	Mantener con la menor variación posible de las propiedades físicas de los suelos en las áreas de intervención: textura, estructura, porosidad y color.	El procedimiento de determinación está determinado en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		que se adquirirá en establecimientos (bancos de materiales) autorizados. El uso de este material tiene la finalidad de garantizar la estabilidad, integridad y operatividad del ducto. El relleno del resto de la zanja se realizará con el material excavado principalmente. • Medida de mitigación: El relleno de las zanjas no será estructural cuando estén localizadas bajo jardines y camellones de tierra. En estos casos, el relleno debe estar formado con el mejor material proveniente de la excavación, compactado a no menos de 95% prueba Proctor modificada para la última capa y no menos de 90% prueba Proctor modificada para las capas previas.			
		• Medida de prevención: El suelo producto de la excavación que no sea utilizado en el relleno de las zanjas se dispondrá donde la autoridad estatal, como responsable de fijar las políticas de manejo para los residuos de manejo especial, lo asigne, por ninguna razón se dejará en los sitios de excavación.	Generación de residuos de manejo especial.	Reducción de la generación de residuos de manejo especial.	Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %).

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
FQ-2	Degradación química del suelo	• Medida de prevención: Los cambios de las propiedades químicas en el suelo están directamente asociados a la contaminación que se puede originar en el área de excavación por contaminación con residuos sólidos urbanos mal manejados que suelen dispersarse en las áreas urbanas y por el riesgo de fugas y derrames de combustibles de los equipos automotores usados para la instalación de la red de tubería, las ERM y el City Gate. Para evitar la contaminación en la zanja con residuos sólidos urbanos dispersos, primero, se evitará dejar abierta una zanja por más de 72 horas. Previo al relleno de la zanja y de restauración del área afectada, se limpiará el área de desechos que hayan caído y serán dispuestos en los sitios habilitados por el servicio de limpia municipal para su recolección. Y, en las áreas de desplante de las ERM y el City Gate, se instalarán contenedores para la disposición temporal, recolección y disposición final de los residuos generados. • Medida de prevención: Previo al inicio de actividades todos los equipos serán sometidos a un mantenimiento general para prevenir posibles fallas mecánicas en las áreas de trabajo, como posibles fugas de líquidos. Y, durante el tiempo de la construcción del proyecto se implementará un programa de mantenimiento de equipos automotores en talleres autorizados existentes en la zona urbana de San Luis Potosí y Villa de Reyes. • Medida de prevención: Cuando se encuentren residuos, sólidos o líquidos, concentraciones de vapores o derrames de sustancias toxicas ajenas al proyecto se deberán	Contaminación del suelo en las áreas de acción directa por el desarrollo del proyecto.	Reducir la generación de residuos sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos.	El procedimiento de determinación y valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); Fao (2020).

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		suspender los trabajos y avisar a las autoridades competentes. • Medida de prevención: Para evitar posibles derrames de hidrocarburos durante el reabastecimiento directo en el material excavado o dentro de la zanja, establecerá un procedimiento de relleno de depósitos, el cual implicaría desde el manejo de hidrocarburos, el relleno de los equipos y las medidas preventivas para evitar derrames.			
		• Medida de mitigación: Todo material contaminado con hidrocarburos, de ser el caso, se recuperará y será manejado como residuo peligroso, el cual se manejará por una empresa autorizada para el manejo, transporte y disposición final de este tipo de residuos.	Contaminación del suelo en las áreas de acción directa por el desarrollo del proyecto.	Reducir la contaminación del suelo y la generación de residuos peligrosos.	
FQ-3	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de mitigación: Se implementará un programa de servicio y mantenimiento vehicular que incluya a toda la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto, para, de esta manera, prevenir que no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017). • Medida de mitigación: Los vehículos que transporten material suelto que pueda ocasionar su dispersión durante el traslado será cubierto con una lona. • Medida de mitigación: Todas las válvulas, conexiones y tuberías externas serán sometidas a un programa de mantenimiento y renovación de acuerdo con su desgaste y	Contaminación ambiental de la calidad del aire.	Reducir las emisiones de agentes contaminantes por gases y partículas producto de la combustión de combustibles y operación de automotores.	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2014.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		pérdida de eficiencia operativa para prevenir las fugas y emisiones de metano al medio ambiente.			
FQ-4	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	• Medida de mitigación: Para evitar alterar en el menor grado posible la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013]. • Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen durante esta etapa del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg. Para el control de esta medida ambienta, se contará con una bitácora del equipo y maquinaria para el registro del calendario y tipo de mantenimiento requerido para los	Contaminación ambiental por emisiones de ondas acústicas fuertes y molestas al oído.	Reducir las emisiones de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido.	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		automotores que sean requeridos para el desarrollo del proyecto. • Medida de mitigación: Los vehículos y maquinaria de obra adecuaran su velocidad de forma que las emisiones sonoras producidas sean reducidas en aquellas situaciones en que la actuación simultánea de varios elementos pueda producir emisiones excesivas para el personal empleado. • Medida de mitigación: Para la protección de los trabajadores, en caso de que las emisiones sonoras que se generen durante el proceso de excavación y relleno de zanjas lleguen a rebasar los 90 dB(A), por más de ocho horas de exposición continua, deberán usar su equipo de protección especial como medida preventiva de afectaciones a su salud, en cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-011-STPS-2001.			
BE-1; BE-2	• Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre. • Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en	• Medida de prevención: Aunque la probabilidad de encontrar fauna silvestre en los sitios de trabajo es muy baja, bajo la consideración de que se trabajaría sobre vialidades, previo al inicio de actividades en los frentes de trabajo se verificará que no existan individuos de fauna silvestre que se puedan ver afectados por el desarrollo de las actividades. En caso de encontrarse algún ejemplar, será ahuyentado o rescatado y reubicado en áreas con características similares del sitio de rescate. Considerando que las aves son el grupo de fauna con mayor abundancia y diversidad en el SAR (22 especies de las 44 especies totales observadas), se considera que el ahuyentamiento será la práctica más común en este caso, ya que es la más eficiente para esta clase.	Afectación de la presencia de ejemplares de fauna silvestre	Prevenir la afectación a ejemplares de fauna silvestre por las actividades a realizar como parte de la ejecución del proyecto.	El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018). Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
	categoría de riesgo	• Medida Preventiva: Se hará del conocimiento de todos los trabajadores, directos e indirectos, de las medidas de protección a la fauna silvestre, la forma de proceder en caso de encontrar ejemplares en las áreas del proyecto y se remarcará la prohibición sobre su aprovechamiento, captura, venta y muerte de individuos presentes en las áreas de trabajo.			la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		• Medida de mitigación: Para evitar alterar en mayor grado la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013]. La realización de actividades de la maquinaria, vehículos y equipos automotores estará restringida entre las 10 pm y 6 am, para evitar afectaciones a individuos de especies diurnas y de la población de las áreas aledañas a los frentes de trabajo.			
SC-1	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	• Medida de mitigación: La afectación al paisaje por el desarrollo de proyecto estará dada principalmente por la excavación en las vialidades para la instalación de la red de ductos, la construcción de las ERM y el City Gate, así como por la instalación de las señalizaciones de los ductos. Para mitigar este impacto visual en los frentes de trabajo, el avance será progresivo por líneas de distribución. Un área de trabajo no será abandonada hasta no estar totalmente	Cambios en las formas perceptivas (auditiva, olfativa y visual) en el área de incidencia.	Evaluar el cambio perceptivo del medio ambiente, considerando el aspecto visual, en el área de afectación	La forma de evaluación y análisis es el descrito por Muñoz-Pedrero (2004).

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		restaurada, dejándola en condiciones similares, o mejores, a las existentes previo al inicio de las actividades constructivas. • Medida de mitigación: La ruptura de banquetas no se anticipará más de un día al zanjeo. La ruptura de pavimentos no se adelantará más de 6 días al zanjeo. Y estos plazos se respetarán salvo que los requerimientos municipales resulten más exigentes. • Medida de mitigación: En el caso de suspensión de actividades temporales, por fuerza mayor, en un frente de trabajo durante un lapso superior a 48 horas, la zanja deberá quedar perfectamente llena y compactada, o en su lugar, cubierta con placas de acero pesado sujetas adecuadamente con abrazaderas y capaces de soportar tránsito de vehículos. • Medida de mitigación: El arreglo de las banquetas y el pavimento se finalizará tan pronto como sea posible después de finalizar el trabajo, pero no mayor a 48h. • Medida de mitigación: Se proveerá y mantendrá el acceso seguro y adecuado para peatones y vehículos cuando con las obras se pase por delante de hidrantes, colegios, iglesias, puertas, cocheras, estacionamientos públicos o particulares, hospitales, depósitos, fábricas, talleres y establecimientos de naturaleza similar. Para tal efecto se colocarán puentes o placas provisionales. El acceso será continuo y sin obstrucciones. • Medida de mitigación: El tipo de señalización se que instale será acorde con lo establecido la NOM-003-ASEA-2016 y tendrá la finalidad de informar, restringir y prevenir sobre las instalaciones del proyecto. La distancia mínima entre		directa del proyecto.	

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		cada señalamiento será de 1,000 m para las clases de localización 1 (uno) y 2 (dos), 500 m para la clase de localización 3 (tres) y 100 m para la clase de localización 4 (cuatro).			
Operación y mantenimiento					
FQ-5	Degradación química del suelo	• Medida de mitigación: Como parte de las actividades de mantenimiento de la infraestructura, reparación y renovación de válvulas, puntos de interconexión y conexiones, se generarían residuos, entre ellos los clasificados como peligrosos y mínimamente de manejo especial, los cuales se recuperarán y serán manejado de acuerdo con su tipo. Cada tipo de residuos que se produzcan se manejarán por una empresa autorizada para el manejo, transporte y disposición final de residuos.	Contaminación del suelo en las áreas de acción directa por el desarrollo del proyecto.	Reducir la contaminación del suelo y la generación de residuos peligrosos.	El procedimiento de determinación y valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
					reciclado, %); FAO (2020).
FQ-6	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de mitigación: Se implementará un programa de servicio y mantenimiento vehicular que incluya a toda la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto, para, de esta manera, prevenir que no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017). • Medida de mitigación: Toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes. • Medida de mitigación: Los vehículos que se utilicen en el patrullaje y mantenimiento de la red de ductos, ERM y City Gate usarían gas natural como combustible. El gas natural tiene como ventaja que reduce las emisiones de agentes contaminantes al medio ambiente: entre el 8.6 y 15.8% de las emisiones de CO_2 y entre el 76.0 y 58.3% de las emisiones de NOx, con respecto al diésel y la gasolina. Además, de que sus emisiones de $PM_{2.5}$ y SOx son prácticamente nulas (Asociación Colombiana de Gas Natural, 2018).	Contaminación ambiental de la calidad del aire.	Reducir las emisiones de agentes contaminantes por gases y partículas producto de la combustión de combustibles y operación de automotores.	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2014.
FQ-7	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y	• Medida de mitigación: Para evitar alterar en el menor grado posible la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se	Contaminación ambiental por emisiones de ondas acústicas fuertes y	Reducir las emisiones de ondas acústicas fuertes, no deseadas y	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
	desagradables para el sentido	permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013]. • Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen durante esta etapa del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg. • Medida de mitigación: Para el control de esta medida ambienta, se contará con una bitácora del equipo y maquinaria para el registro del calendario y tipo de mantenimiento requerido para los automotores que sean requeridos para el desarrollo del proyecto.	molestas al oído.	desagradables para el sentido.	1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).
Abandono					
FQ-8	Degradación química del suelo	• Medida de mitigación: La degradación química del suelo está directamente asociada a la contaminación que se puede originar en el área de desmantelamiento de componentes por contaminación con residuos de manejo	Contaminación del suelo en las áreas de acción directa por el	Reducir la generación de residuos sólidos urbanos, manejo	El procedimiento de determinación y valores de referencia en la

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		especial dispersados por mal manejo al momento del retiro de los componentes de la red de distribución de gas natural, así como por el riesgo de fugas y derrames de combustibles de los equipos automotores usados para el desmantelamiento de las instalaciones de la red de ductos, las ERM, el City Gate y transporte de residuos y del personal. El desmantelamiento de las instalaciones será progresivo, siguiendo el mismo procedimiento al constructivo, formando frentes de trabajo por áreas. Cada área desmontada no será abandonada hasta no dejarla completamente limpia, sin residuos generados por el desmantelamiento. • Medida de mitigación: Previo al inicio de actividades todos los equipos serán sometidos a un mantenimiento general para prevenir posibles fallas mecánicas en las áreas de trabajo, como posibles fugas de líquidos. Y, durante el tiempo del desmantelamiento del proyecto se implementará un programa de mantenimiento de equipos automotores en talleres autorizados existentes en la zona urbana de San Luis Potosí.	desarrollo del proyecto.	especial y peligrosos.	NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020).
FQ-9	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de mitigación: Se asegurará que la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-1999, NOM-042-SEMARNAT-1993 y NOM-045-SEMARNAT-1996), o, en su caso, a la normatividad oficial vigente y aplicable al caso. Para ello, toda la maquinaria y vehículos que se encuentren	Contaminación ambiental de la calidad del aire.	Reducir las emisiones de agentes contaminantes por gases y partículas producto de la combustión de combustibles y	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes.		operación de automotores.	2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2014.
FQ-10	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	• Medida de mitigación: Para evitar alterar en el menor grado posible la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013]. • Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen durante esta etapa del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg.	Contaminación ambiental por emisiones de ondas acústicas fuertes y molestas al oído.	Reducir las emisiones de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido.	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
BE-3; BE-4	• Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre. • Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo.	• Medida de prevención: Aunque la probabilidad de encontrar fauna silvestre en los sitios de trabajo es muy baja, bajo la consideración de que se trabajaría sobre vialidades, previo al inicio de actividades en los frentes de trabajo se verificará que no existan individuos de fauna silvestre que se puedan ver afectados por el desarrollo de las actividades. En caso de encontrarse algún ejemplar, será ahuyentado o rescatado y reubicado en áreas con características similares al sitio de rescate.	Afectación de la presencia de ejemplares de fauna silvestre	Prevenir la afectación a ejemplares de fauna silvestre por las actividades a realizar como parte de la ejecución del proyecto.	El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018). Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		• Medida de prevención: Se hará del conocimiento de todos los trabajadores, directos e indirectos, de las medidas de protección a la fauna silvestre, la forma de proceder en caso de encontrar ejemplares en las áreas del proyecto y se remarcará la prohibición sobre su aprovechamiento, captura, venta y muerte de individuos presentes en las áreas de trabajo.			
		• Medida de mitigación: Para evitar alterar en menor grado la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013].			
		• Medida de mitigación: En las áreas de desmantelamiento, y durante la construcción de las obras y la realización de actividades que esto implica, la actividad de la maquinaria,			

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		vehículos y equipos automotores estará restringida entre las 10 pm y 6 am, para evitar afectaciones a individuos de especies diurnas y de la población de las áreas aledañas a los frentes de trabajo.			
EO-8	Oferta de servicios de combustible	• Medida de mitigación: La culminación del servicio de distribución de gas de las redes que comprenden el planteamiento del proyecto por la conclusión de la vigencia del proyecto puede ser, en un momento dado, ampliado de existir las condiciones operativas adecuadas, si la demanda del servicio la respalda y las autoridades autorizan la ampliación del plazo operativo, lo cual se evaluaría en su momento.	Reducción de alternativas para la selección de proveedores de combustible amigable con el medio ambiente.	Evaluar la viabilidad y alternativas de brindar el servicio a la población en favor de su economía y del medio ambiente.	Por definir con base en las condiciones prevalecientes a 32 años y medio que comprenden el programa de actividades, incluyendo la operación del proyecto.

VI.2 Programa de vigilancia ambiental

Todo programa de vigilancia ambiental (PVA) tiene por objetivo establecer los lineamientos para garantizar la ejecución y seguimiento de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales propuestas en los estudios de impacto ambiental sometidos al procedimiento de evaluación en la materia. En este caso específico, se habla de las medidas ambientales propuestas en el apartado anterior.

En este apartado se describe el PVA que permitirá dar seguimiento a las actuaciones indicando la frecuencia y tipo de los informes que habrán de mostrar los alcances y eficacia de las medidas adoptadas.

El PVA tiene los siguientes objetivos:

- Definir una estrategia para la implementación de los programas específicos de gestión ambiental propuestos.
- Asegurar y documentar su ejecución.
- Verificar estándares de calidad de los insumos.
- Comprobar la eficiencia y eficacia de las medidas establecidas durante su ejecución.
- Detectar en momentos tempranos impactos ambientales adversos no previstos.
- Establecer límites en los casos que sea aplicable, los niveles o límites que definan cuando se requieran acciones emergentes de modificación, corrección o compensación a las acciones realizadas para evitar la afectación ambiental.
- Generar formatos para verificar los impactos ambientales potenciales analizados en este estudio, así como de las condicionantes que la autoridad establezca por su desarrollo, de ser el caso, a fin de corroborar la validez del modelo y ecuación utilizados.

Se parte de criterios y lineamientos ambientales básicos para el control de la obra, entre los que destacan las siguientes medidas, solo de manera enunciativa, más no limitativa:

- La obra deberá estar limpia y ordenada en todo momento.
- Se controlará y evitará la dispersión de residuos sólidos urbanos, la disposición incorrecta de los residuos de manejo especial y se pondrá énfasis en el manejo, disposición temporal y final de los residuos peligrosos generados por el desarrollo del proyecto. Se tendrá como premisa que éstos no deberán ser mezclados entre ellos y se implementarán los medios necesarios para hacer del conocimiento de los trabajadores la forma correcta de su manejo, disposición y reutilización.
- Se implementará la política de disminuir la generación de residuos. Se reutilizarán y reciclarán todos los elementos que se puedan reutilizar o reciclar las veces que sea posible, antes de disponerlos definitivamente como material residual, incluyendo en este apartado al material de excavación de las zanjas.

- Toda actividad del personal, maquinaria y equipos se realizará dentro de las áreas de desplante de obras para evitar la afectación de áreas aledañas.
- Para evitar la emisión de gases a la atmosfera y la generación de ruido por parte de la maquinaria y vehículos, se implementará un estricto programa preventivo de mantenimiento. El cambio de aceite y filtros de la maquinaria deberá hacerse en talleres especializados y acondicionado para ello. Si fuese necesario cambiar el aceite en la obra, por casos de emergencia (accidentes), se deberá evitar el vertido de hidrocarburos al suelo.
- En los frentes de trabajo que lo demanden, se instalarán baños portátiles para el uso de los trabajadores de los frentes de trabajo para evitar las defecaciones al aire libre y la contaminación del suelo, cuerpos de agua, aire y prevenir afectaciones a la salud de los trabajadores. Para ello, se utilizará una proporción de una letrina por cada 20 trabajadores o una letrina cada 200 m, lo que aplique en los frentes de trabajo que los requieran.
- En todo momento le estará prohibido a todos los trabajadores capturar, cazar o dañar la fauna silvestre y extraer flora silvestre para su uso o comercialización.

Los resultados de la implementación de este programa serán informados de acuerdo con la periodicidad que la autoridad considere pertinente, de ser el caso.

Este PVA engloba seis planes de acción, mismos que se indican en la Tabla VI.2.

Tabla VI.2. Planes que constituyen el programa de vigilancia ambiental propuesto como parte de la implementación de las medidas ambientales para el desarrollo del proyecto.

Plan	Objetivo
Conservación de suelo	Rescatar, conservar y reutilizar el suelo de las áreas de excavación con la finalidad de conservar la composición física y química de los horizontes del suelo que implica la formación de las zanjas para la instalación de los ductos de distribución del gas.
Monitoreo de la calidad del aire	Prevenir y mitigar la generación y dispersión de partículas contaminantes en el aire, así como de las ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido.
Manejo integral de residuos	El objetivo general es el de prevenir y mitigar la contaminación ambiental y degradación del suelo por la acumulación de los residuos que se generen por el desarrollo del proyecto. Promover la prevención de la generación, valorización y manejo integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos que se generen como resultado del desarrollo del proyecto. Establecer las modalidades de manejo integral según el tipo de residuos generados. Definir esquemas de manejo donde se promueva la responsabilidad de la generación de residuos, su disminución, clasificación y reciclado.

Plan	Objetivo
Manejo de fauna silvestre	Establecer las prácticas más adecuadas para ahuyentar los ejemplares de manera temporal del área de influencia del proyecto. Detallar las técnicas de captura y traslado seguros para cada una de las especies de organismos. Identificar áreas libres de afectación y con condiciones propicias para la liberación de los individuos rescatados. Definir las estrategias para la protección y conservación de ejemplares de especies catalogadas en categoría de riesgo susceptibles de ser afectadas como parte del desarrollo del proyecto.
Supervisión y educación ambiental	Establecer las estrategias para la implementación, seguimiento y evaluación de las medidas ambientales propuestas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto.
Restauración de las áreas afectadas	Identificar las acciones a implementar, describirlas y fijar las metas esperadas que garanticen la restauración de las áreas que fueron afectadas por el desarrollo del proyecto.

Cada uno de estos planes se proponen con el objetivo de que la integración ambiental de la construcción y operación del proyecto de distribución de gas natural como una fuente alternativa de combustible se defina y realice bajo términos de referencia que permitan, por una parte, el seguimiento de su cumplimiento y, adicionalmente, medir el desempeño de éstos. Como resultado de su ejecución, seguimiento y análisis se definirán estrategias en su implementación, lo que, de ser necesario, se mejorarán si así lo indica el análisis realizado a los indicadores establecidos.

El alcance de estos programas estará definido en cada uno de ellos. En la Tabla VI.3 se presenta un resumen de las acciones que éstos implican.

Tabla VI.3. Contenido general de los programas que constituyen el programa de vigilancia ambiental a implementar como parte del proyecto.

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
Conservación de suelo	• Para la instalación de los ductos se cavarían zanjas. El zanjeo normal para la tubería tendrá un ancho de 0.15, 0.20 y 0.30 m, dependiendo del diámetro del tubo, así como una profundidad normal que iría de 0.45 a 0.65 m, según sea suelo rocoso o sin roca, y hasta 0.90 – 1.20 y 2.00 m, en 48,066.89 m de longitud, lo que podría llegar a afectar el horizonte del suelo que se encuentra cubierto por la vialidad y zonas con desarrollo urbano e industrial. • Para la construcción de las ERM y el City Gate, también es necesario realizar excavaciones para las cimentaciones y desplante de obras, lo que implica alteración del perfil de suelo que no fue afectado	• Alteración de las propiedades físicas del suelo. • Degradación química del suelo.	• Se mantendrá la misma composición estructural del perfil del suelo durante el relleno de las excavaciones. • El relleno de las zanjas será reutilizando al máximo el material producto de la excavación o, en su caso, con material proveniente de bancos de materiales autorizados, extrayéndose y eliminándose previamente todo tipo de desperdicios orgánicos e inorgánicos. • El material de excavación residual será manejo como residuos de manejo especial, debiéndose	• Volumen de suelo reutilizado con respecto al volumen total excavado. • Volumen de suelo sobrante dispuesto en sitios autorizados con respecto al volumen total excavado. El procedimiento de determinación está determinado en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).	Considerando que las prácticas que involucran este programa están relacionadas con el manejo de residuos, el costo de su ejecución es el mismo que se presenta en el programa de manejo integral de residuos.

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
	durante la construcción de la infraestructura actualmente existente y, con ello, sus propiedades físicas.		disponer donde la autoridad lo determine. • Se establecerá un procedimiento para la recolección, disposición temporal, manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que pudieran generar contaminación y degradación química del suelo.		
Monitoreo de la calidad del aire	• La operación de vehículos y maquinaria en sitios con suelos con baja humedad genera suspensión de pequeñas partículas sólidas del suelo, problema que se incrementa cuando existe viento que ayuda a su dispersión hacia áreas aledañas. • Los vehículos, maquinaria y equipos automotores con motores de combustión	• Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire. • Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	• Se llevará un control de la maquinaria, vehículos y equipos automotores que laboren en el desarrollo del proyecto para controlar el mantenimiento al que se someten y conocer su estado funcional. • Distancia de acarreo y transporte de materiales e insumos	• El indicador para la calidad del aire está definido por los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable: NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2014; NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y	El costo estimado del programa de mantenimiento vehicular implica una inversión anual de $180,000, esto implica el costo de mantenimiento y supervisión de las cuatro máquinas y

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
	interna producen, la mayoría de ellos, tres tipos de emisiones de gases contaminantes que van directo a la atmósfera: a) emisiones evaporativas, b) emisiones por tubo de escape y, c) emisiones de partículas por el desgaste de componentes. Las emisiones evaporativas son principalmente de hidrocarburos y se tienen con los vehículos automotores en reposo con el motor caliente, de combustible en circulación y durante la recarga de combustible. Y, por otro lado, las emisiones del tubo de escape se producen por la quema del combustible, conteniendo los contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_X), hidrocarburos no quemados (HC), partículas		para la realización del proyecto. • Número, tiempo de operación, ubicación e intensidad de las emisiones de las ondas sonoras de los agentes generadores de ruido operando. • Se realizarán monitoreos aleatorios para conocer las emisiones e intensidad de ruido que se genera en los sitios de trabajo.	NOM-045-SEMARNAT-2017, para el caso de emisiones de gases contaminantes provenientes de escapes. • El indicador para la emisión de ruido está definido por los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999). Los niveles indicados en dicha normatividad son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000	equipos automotores que demandarían mantenimiento mecánico para su operación.

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
	sólidas, entre otros de menor concentración. • La operación de los vehículos automotores y de la maquinaria emitirán una intensidad de ruido que va de los 70 a 90 dB(A) para los vehículos, y de entre 78 y 107 dB(A) para la maquinaria que operaría en las actividades de constructivas del proyecto.			kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A).	
Manejo integral de residuos	• La dispersión de residuos en las áreas de desplante de las obras del proyecto. El mal manejo en su recolección, almacenaje temporal y transporte podría ocasionar que se dispersen y derramen en las áreas convirtiéndose en un problema de contaminación ambiental y, por lo tanto, en alteración de las propiedades químicas del suelo de acuerdo con lo mencionado por Oldeman *et al.* (1991), Sivaramanan	• Degradación química del suelo.	• Diagnósticos de fuentes generadoras. • Definición de estrategias para prevenir la generación de residuos. • Identificación y separación de los residuos generados de acuerdo con el tipo de residuo que se trate. • Establecimiento de procesos para el manejo integral de residuos por fuentes	Perevochtchikova (2013), refirió que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %). En este caso el volumen de residuos sólidos se considera que será el indicador principal, sin embargo, no se puede	El costo de la implementación de este programa implica una inversión para el primer año de $106,643.72, lo que incluye la inversión de materiales y equipos, transporte y disposición final de residuos y el salario del

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
	(2015) y Dragovic y Vulevic (2020).		generadoras y tipos de residuos. • Apertura para el registro de información de la bitácora sobre la generación y manejo de residuos.	usar el reciclaje como un indicador a evaluar ya que en el predio solo se realizará la separación primaria, siendo en el siguiente paso, fuera del predio, donde se realiza la separación final de los residuos para reciclaje. Bajo esta aclaración, los indicadores para evaluar esta variable son: • Producción: Volumen (m^3) o cantidad (kg) de residuos generados por tipo, según la etapa del proyecto de que se trate, con respecto al volumen o cantidad total. Para el caso de los residuos sólidos urbanos se subdivide en residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. • Instalación de kit de contenedores: Relación de frentes de	personal responsable.

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
				trabajo operando y frentes de trabajo que cuentan con contenedores para la disposición de residuos. • Superficie contaminada por dispersión, derrames y fugas de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, o volumen de suelo contaminado rescatado. • El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las unidades de superficie afectadas y la producción indicada.	
Manejo de fauna silvestre	• A nivel de SAR se identificaron 44 especies de fauna silvestre, de las cuales 22 son aves, 11 mamíferos y mismo número de reptiles. De estas especies, las más	• Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre.	• Identificación de las especies que serán rescatadas y ahuyentadas. • Definición de las técnicas de	• El indicador de éxito del programa de rescate y reubicación de fauna silvestre será la ausencia de individuos previo al	La implementación de este programa tiene un monto de inversión para

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
	susceptibles de recibir alguna afectación por el desarrollo del proyecto son las que se desplazan por el suelo, no tanto las aves, ya que todas las obras y actividades del proyecto se realizarían a nivel de suelo. Las afectaciones que se les ocasionaría serían interrupción de áreas de desplazamiento y a la abundancia de individuos. • De las 44 especies de fauna silvestre registradas en el SAR del proyecto, cinco de ellas están incluidas en el listado de especies en categoría de riesgo: Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y alicante (*Pituophis deppei*), bajo la categoría de amenazadas; y, la tortuga pecho quebrado (*Kinosternon integrum*), la lagartija espinosa de collar (*Sceloporus grammicus*) y la aguililla cola roja (*Buteo*	• Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.	ahuyentamiento acordes con las especies a ser ahuyentadas, tales como explosiones, o simulaciones de llamados de los depredadores (generalmente aves rapaces), de dolor o agonía de otras aves. • Recorridos por los frentes de trabajo para el rescate de especies que se pudieran encontrar. • Reubicación de especies en casos de captura y liberación en condiciones de acuerdo con su hábitat.	inicio de actividades en los frentes de trabajo. Para tal efecto, se continuará con los recorridos en campo para la búsqueda de registros directos e indirectos de la presencia de fauna, tales como huellas, excretas y pelo, así como con actividades de trampeo, en caso de ser necesario, esperando que las tasas de captura y registros sean nulas. • Número de especies e individuos a rescatar y reubicar, totales y en categoría de riesgo. La supervivencia de los individuos rescatados deberá ser ≥ 95%, en caso de que caiga de este valor las actividades serán detenidas para	el primer año de $94,381.00. Esta suma implica la adquisición de trampas Sherman y Tomahawk, equipos y herramienta para el rescate por grupo faunístico, y pago del personal técnico.

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
	jamaicensis) en la categoría de protección especial (Pr).			analizar los procedimientos.	
Supervisión y educación ambiental	• El planteamiento del programa incide sobre la operatividad ambiental del desarrollo del proyecto. Se enfoca en la evaluación de los resultados ambientales obtenidos en la prevención y mitigación de impactos ambientales generados por las obras y actividades del proyecto a través de la implementación de las medidas ambientales propuestas, las condicionantes establecidas por la autoridad en el caso de ser autorizado y las ejecutadas considerando medidas extraordinarias.	• Programa propuesto que tiene la finalidad de supervisar la implementación de las medidas ambientales, evaluar los resultados obtenidos y definir nuevas estrategias, de ser necesario. • Establecer las medidas ambientales complementarias en caso de que las medidas ambientales implementadas no estén dando los resultados esperados en la prevención y mitigación de los impactos evaluados, así	• Elaborar el programa de trabajo para la implementación de las medidas ambientales propuestas acorde con el programa de actividades de ejecución del proyecto. • Preparar los formatos de supervisión ambiental que impliquen el registro de la información que permitan evaluar la eficiencia de la implementación de las medidas ambientales. • Identificar los responsables de la implementación de las medidas ambientales. • Preparar el plan de educación ambiental a impartir a los trabajadores del proyecto y el material de apoyo necesario,	• Programa de trabajo aprobado para su implementación. • Elaboración de los diferentes formatos para el registro de información. • Definir los responsables de la implementación y seguimiento de las medidas ambientales. • Preparar la lista de las pláticas de educación ambiental y los responsables de su impartición.	El monto de inversión para la implementación de este programa es de $57,562.00 anuales, lo que implica el pago del supervisor ambiental para que coordine, supervise, defina nuevas estrategias cuando se consideren necesarias y elabore los informes de cumplimientos de términos y condicionantes para reportar los resultados a la autoridad ambiental.

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
		como en aquellos no identificados de origen.	como carteles de señalización.		
Restauración de las áreas afectadas	• La dispersión de residuos en las áreas de desplante de las obras del proyecto. El mal manejo en su recolección, almacenaje temporal y transporte podría ocasionar que se dispersen y derramen en las áreas convirtiéndose en un problema de contaminación ambiental y, por lo tanto, en alteración de las propiedades químicas del suelo de acuerdo con lo mencionado por Oldeman et al. (1991), Sivaramanan (2015) y Dragovic y Vulevic (2020). • Suspensión de partículas sólidas por el movimiento y operación de vehículos y maquinaria en sitios con suelos con baja humedad. • Los vehículos, maquinaria y equipos automotores con motores de combustión	• Degradación química del suelo. • Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire. • Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido. • Disminución del número de individuos de especies de fauna silvestre. • Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo.	• Definir los procedimientos para la remoción de la infraestructura a retirar. • Identificar las medidas ambientales y los procedimientos para la restauración de las áreas afectadas. • Elaborar el programa de trabajo para efectuar las actividades de la restauración. • Implementar las medidas ambientales.	• Superficie total restaurada con respecto a la superficie total afectada. • Eficiencia de las medidas ambientales implementadas en la restauración.	El monto de inversión es incierto y con alto riesgo de variación por el plazo de ejecución del programa. Para mayor precisión se sometería a consideración de la autoridad previo a la ejecución del programa.

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
	interna producen, la mayoría de ellos, tres tipos de emisiones de gases contaminantes que van directo a la atmósfera: a) emisiones evaporativas, b) emisiones por tubo de escape y, c) emisiones de partículas por el desgaste de componentes. • La operación de los vehículos automotores y de la maquinaria emiten una intensidad de ruido que va de los 70 a 90 dB(A) para los vehículos, y de entre 78 y 107 dB(A) para la maquinaria que operaría en las actividades constructivas, mantenimiento y abandono del proyecto. • La distribución de gas natural puede generar emisiones de metano por fugas puntuales de gas debido a fallas en el sistema de distribución. • Las actividades de desmantelamiento de la				

Programa	Alteraciones	Impactos ambientales que agrupa	Principales técnicas	Indicadores de desempeño	Recursos necesarios ($)[§]
	infraestructura y restauración de los sitios de afectación pudieran incidir en el desplazamiento y presencia de individuos de fauna silvestre, entre los que se incluye a los catalogados en alguna categoría de riesgo.				

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)

Con la finalidad de vigilar que se cumpla con las medidas ambientales propuestas y las condicionantes establecidas por la autoridad ambiental para el desarrollo del proyecto, es importante que se cuente con un equipo de trabajo conformado por personal capacitado, con conocimiento probado, en el desempeño y supervisión ambiental. Todos los trabajadores están obligados y son los responsables indirectos del cumplimiento de las medidas definidas para prevenir y mitigar los impactos ambientales, pero el equipo de supervisión ambiental es el responsable de vigilar que estas se lleven en los términos manifestados y de evaluar los resultados obtenidos y de establecer nuevas medidas en caso de que no se estén cumpliendo los objetivos planteados.

El personal que constituye este equipo de trabajo, que involucra a un responsable ambiental del proyecto, además de verificar el cumplimiento de las medidas ambientales, debe ser capaz de analizar los resultados obtenido, tomar decisiones en casos de emergencia, definir nuevas estrategias cuando las medidas implementadas no estén dando resultados, transmitir la información a los diferentes equipos de trabajo, elaborar informes y reportes de resultados, entre otros. Este trabajo se debe ver reflejado y servir para el cumplimiento de los siguientes compromisos:

- Comprobar la correcta implementación de las medidas ambientales propuestas y las condicionantes establecidas por la autoridad ambiental.
- Verificar las predicciones de impactos ambientales y detectar la ocurrencia de situaciones ambientales contingentes.
- Verificar la elaboración y difusión de un plan de educación ambiental a todo el personal que labore en el proyecto desde el inicio de sus actividades, en el que se resalten las obligaciones y responsabilidades del proyecto con las autoridades y de los trabajadores con el proyecto.
- Contar con información veraz respecto de la calidad, oportunidad y efectividad de las medidas ambientales establecidas para el proyecto.
- Elaborar e implementar un plan de acciones y eventualidades que pudieran ocasionar un riesgo social y ambiental, como incendios, inundaciones, temblores, paros laborales prolongados, entre otros.
- Definir planes alternativos de acción ante un pobre resultado de las medidas ambientales implementadas.
- Verificar el registro, análisis y difusión de los resultados obtenidos sobre el desempeño ambiental del proyecto con la implementación de las medidas ambientales.
- Asegurarse de que el desarrollo del proyecto se ajuste a los estándares ambientales que establece la normatividad ambiental y las regulaciones particulares establecidas por las normas oficiales mexicanas en materia ambiental.

- Apoyar en las visitas de supervisión ambiental que realicen las autoridades ambientales en el ámbito de su competencia, así como probar lo realizado para el cumplimiento de las obligaciones a las que haya quedado sujeto el desarrollo del proyecto.

Se espera que, a través del debido cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, el desarrollo del proyecto se enmarque satisfactoriamente dentro de los límites establecidos por las normas oficiales mexicanas de protección ambiental que le son aplicables y en apego a los criterios establecidos en la legislación ambiental.

La supervisión ambiental propuesta se estructura en cinco ejes principales:

a) Vigilar la implementación de las medidas ambientales establecidas para el proyecto y las condicionantes indicadas por la autoridad ambiental en todas las etapas de ejecución.

b) Dar seguimiento y establecer los mecanismos de control de impactos ambientales en todas las etapas de ejecución del Proyecto.

c) Verificar regularmente el estado del medio ambiente.

d) Constatar el cumplimiento de los estándares que establece la normatividad ambiental.

e) Elaborar, difundir y presentar los informes de los resultados obtenidos con la implementación de las medidas y condicionantes ambientales.

La atención de cada eje se realizará simultáneamente, para lo cual el responsable ambiental del proyecto programará visitas y estancias regulares en el sitio de actividades, esto en conjunto con su grupo técnico de apoyo, a efecto de realizar las supervisiones respectivas.

En el caso de la verificación del estado del medio ambiente, el responsable ambiental del proyecto trabajará coordinadamente con los especialistas encargados de realizar los estudios específicos que integren un monitoreo ambiental. Durante las supervisiones se levantarán bitácoras de campo en las que se recabará la información necesaria para documentar los resultados correspondientes.

Las supervisiones, para comprobar la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes establecidas para el proyecto, se ajustarán al cumplimiento de los objetivos, y particularidades del PVA.

VI.3.1 Seguimiento y control de impactos ambientales

El seguimiento y control de los impactos ambientales que se tengan durante el desarrollo del proyecto se registrarán a través de formatos de reporte de incidentes ambientales, el cual será diseñado y aprobado por el equipo de supervisión ambiental. Estos formatos deben incluir la información básica para poderle dar seguimiento a los incidentes y verificar la atención del problema, además, podrán adaptarse para ser usados en cada una de las etapas, con base en el programa de trabajo y avances de las actividades.

La información capturada en estos formatos podrá pasa a ser parte de las bitácoras de campo, las cuales serán la base para el análisis de resultados.

El seguimiento de los efectos negativos se realizará al mismo tiempo que la supervisión de la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes del proyecto, registrando en bitácoras de campo cualquier dato e información que identifique, para cada uno de los impactos potenciales:

a) Si se observa manifestación alguna del efecto.
b) Momento de ocurrencia o manifestación.
c) Localización o extensión del efecto.
d) Duración o persistencia.
e) Causas probables o actividades que dieron origen a la manifestación del impacto.
f) Existencia de fenómenos naturales o causas externas al proyecto para la ocurrencia del impacto.

Los reportes de incidentes ambientales contendrán registros fotográficos de los incidentes identificados y de las condiciones en que se encuentra el factor ambiental afectado al momento de la supervisión, mismos que funcionarán como respaldo de la información registrada en la bitácora ambiental. El formato de registro de incidentes ambientales a llenar durante el desarrollo del proyecto sería como el que se presenta a continuación.

ENGIE	Registro de apoyo	Código:
	Formato de reporte de incidentes ambientales.	Versión:
		Consecutivo (No.):

Información del incidente		
Tipo	Área	Coordenadas
		X: Y: Fecha DD/MES/AÑO
Descripción del incidente:		
Evidencias (tantas como sea posible para describir el problema)		
Foto	Foto	
Foto	Foto	
Nombre y firma de quien elabora el reporte:		Fecha DD/MES/AÑO

VI.3.2 Verificación de la condición del medio ambiente

El seguimiento de la calidad ambiental se realizará a través del monitoreo ambiental. Los resultados de la evaluación de las variables ambientales que serán analizadas en cada evento de monitoreo y su comparación con los valores normados, los cuales están indicados en la normatividad oficial mexicana y referencias científicas, los cuales se indican a continuación:

a) Suelo: Con el desarrollo del proyecto, el suelo será otro de los componentes ambientales que sufriría impactos ambientales directos. Estos irán desde la alteración de su perfil de desarrollo, hasta la contaminación del suelo por la dispersión, derrame y fugas de residuos; ambas afectaciones en áreas muy puntuales, focalizadas en las áreas de apertura de zanjas y cimentación de las ERM. La determinación del nivel de afectación y recuperación del componente ambiental en cuestión estará determinada por los siguientes indicadores ambientales:

- Superficie contaminada por dispersión, derrames y fugas de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.
- Superficie de suelo afectada por el desplante de las obras.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las unidades de superficie afectadas.

La degradación química del suelo está fuertemente relacionada con la generación y mal manejo de los residuos que se producen durante el desarrollo del proyecto. Así que en este caso se evaluará esta variable a través de la eficiencia del manejo y disposición final que se haga de ellos. Para evaluarlo se utilizarán los indicadores mencionados por Perevochtchikova (2013), quien indicó que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales, que corresponde a los considerados como residuos de manejo especial, como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %). En este caso el volumen de residuos, por tipo, se considera que será el indicador principal. Sin embargo, no se puede considerar el reciclaje como un indicador a evaluar ya que en el predio solo realizará la separación primaria, siendo en el siguiente paso, fuera del predio, donde se realiza la separación final de los residuos para reciclaje.

Bajo esta consideración, los indicadores para evaluar esta variable son:

- Producción: Volumen (m^3) o cantidad (kg) de residuos generados, por tipo, con respecto al volumen o cantidad total.

Como referencia cuantitativa para evaluar el nivel de cumplimiento o eficiencia de las medidas ambientales se utilizará la escala de evaluación propuesta por Loaiza (2011) indicada en la Tabla VI.4.

Tabla VI.4. Escala para la evaluación del nivel de cumplimiento o eficiencia de las medidas ambientales.

Nivel de cumplimiento (%)[§]	Referencia cualitativa	Acción por implementar
0 - 25	Cumplimiento muy deficiente	Se paran actividades en las áreas generadoras del problema, se analizan las causas y se establecen nuevas acciones.
26 - 50	Cumplimiento deficiente	Se realizan cambios en la implementación de la medida involucrando a los encargados de las diferentes áreas en el análisis del problema.
51 - 70	Cumplimiento medio	Se realizan ajustes internos entre los encargados ambientales en la implementación de la medida ambiental.

Nivel de cumplimiento (%)[§]	Referencia cualitativa	Acción por implementar
71 - 90	Buen cumplimiento	Se continua con la implementación de la medida ambiental en los términos establecidos.
91 - 100	Excelente cumplimiento	

[§] El nivel de cumplimiento aquí expresado en porcentaje puede también expresarse de manera similar para una relación en la escala 0.0 a 1.0 sin implicar ningún cambio.

Por otro lado, está la afectación al perfil del suelo por la excavación de las zanjas para la instalación del sistema de ductos para la distribución de gas natural, lo que implicaría la recuperación de los horizontes del suelo para la reutilización del material en el relleno de las zanjas y, en caso de material sobrante o con características no apropiadas para su reutilización, se dispondría en las áreas destinadas por la autoridad competente para este tipo de material. Para este caso, los indicadores seleccionados para evaluar la eficiencia de la medida son:

- Superficie con reutilización de suelo con respecto a la superficie total a afectar.
- Volumen de suelo reutilizado con relación a la superficie total sometida a reutilización.
- Volumen de suelo reutilizado con respecto al volumen total rescatado.

Para esta medida ambiental no se cuenta con alguna norma oficial mexicana que establezca los límites máximos permisibles de afectación.

b) Calidad del aire por la emisión de gases y partículas sólidas: Este subfactor ambiental se verá afectado por la emisión de polvos y gases de combustión, siendo las principales fuentes emisoras los vehículos y equipos automotores empleados en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. Las fuentes emisoras y el grado de afectación estará en función de:

- Distancia de acarreo y transporte de materiales e insumos para la realización del proyecto.
- Tiempo de operación y número de fuentes emisoras en operación.

El indicador numérico, procedimiento por seguir y valores indicadores de la calidad del aire está determinado por las normas oficiales mexicanas:

- NOM-041-SEMARNAT-2015. Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape de vehículos automotores.

- NOM-045-SEMARNAT-2017. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.
- NOM-020-SSA1-2021. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O_3). Valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-022-SSA1-2019. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-023-SSA1-2021. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-025-SSA1-2014. Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

c) Confort sonoro (generación de ruido): La operación de maquinaría, vehículos y equipo para la preparación del sitio y construcción del proyecto serán los principales agentes que ocasionarán la afectación a este subfactor ambiental, así como durante la operación y mantenimiento del proyecto. La afectación ambiental dependerá de la frecuencia e intensidad de las ondas sonoras, así como el patrón de tiempo y el timbre de sonido que se emita, lo cual estará en función de:

- Número, tiempo de operación, ubicación e intensidad de las emisiones de las ondas sonoras de los agentes generadores de ruido operando.

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por las normas oficiales mexicanas:

- NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.
- NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

  Nota: Estas dos últimas normas se toman como referencia, ya que el desarrollo del proyecto no contempla la construcción, instalación u operación de una fuente fija emisora de ondas acústicas.

- WHO (1999), Guidelines for community noise.

d) Abundancia de especies de fauna silvestre: Derivado del incremento del moviendo vehicular y de gente en el área del proyecto, la fauna silvestre se puede ver desplazada hacia sitios con menor alteración. Los indicadores potenciales para evaluar el impacto ambiental en este componente ambiental serán:

- Número de especies e individuos a rescatar y reubicar, totales y en categoría de riesgo. La supervivencia de los individuos rescatados deberá ser ≥ 95%, en caso de que caiga de este valor las actividades serán detenidas para analizar los procedimientos.
- El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en el "Manual para trazar la unidad de muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI – Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios (FMCN et al., 2018).

El indicador numérico y procedimiento por seguir está determinado por la norma oficial mexicana:

NOM-059-SEMARNAT-2001: MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, publicada el 30 de diciembre de 2010. Las especies en riesgo y su abundancia se determinan con base a los resultados de los muestreos realizados para la caracterización del componente en cuestión, incluido en el apartado IV.3.3 de la presente manifestación de impacto ambiental.

A través de las labores de supervisión y seguimiento, se deberá garantizar que el desarrollo del proyecto y de las diferentes actividades que se realizarán (como parte de los programas ambientales, de las medidas de prevención, mitigación y compensación, y de las condicionantes establecidas por la autoridad), cumplan con las especificaciones y límites establecidos por las normas mexicanas que les son aplicables; así como aquéllas que sin ser vinculantes hayan sido establecidas como normas de referencia.

La implementación de la supervisión ambiental referida en estos apartados deberá documentarse en todas las etapas de ejecución del proyecto.

En caso de presentarse incidencias ambientales, desviaciones de los estándares de calidad ambiental esperados o situaciones contingentes, el equipo de vigilancia ambiental preparará un informe que describa la situación para ser informada a la dirección de la empresa, de modo que se determinen las medidas correctivas extraordinarias que se ameriten. De ser el caso, se le notificará a la autoridad ambiental de los resultados obtenidos y de las acciones tomadas para su conocimiento, validación y sugerencias.

Referencias

Cuanalo de la C., H., 1981. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. 2ª edición. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Edo. de México. 40 p.

Dragovic, N., y Vulevic, T., 2020. Soil degradation processes, causes, and assessment approaches. In: Leal Filho W., Azul A., Brandli L., Lange Salvia A., Wall T. (eds) Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71065-5_86-1.

FAO, 2020. Soil testing methods – Global Soil Doctors Programme - A farmer-to-farmer training programme. En: https://www.fao.org/3/ca2796en/ca2796en.pdf. Consultado: Marzo, 2022.

FMCN, CONAFOR, USAID, y USFS, 2018. Manual para trazar la unidad de muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI – Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal – Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. En: https://fonnor.org/wp-content/uploads/2019/02/3.-Manual-de-Monitoreo-de-Fauna.pdf. Consultado: Marzo, 2022.

Ijäs, A., Kuitunen, M. T., y Jalva., K., 2010. Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. Environmental Impact Assessment Review 30: 82 – 89.

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 205 p.

Loaiza R., L., 2011. Propuesta de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental de la etapa de construcción de un proyecto de desarrollo. En: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fiucv/article/download/2636/2547. Consultada: Junio, 2022.

Muñoz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural 77: 139 – 156.

Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., y Sombroek, W. G., 1991. World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD). En: http://www.the-eis.com/data/literature/World20mapofthe20statusofhuman-inducedsoildegradation_1991.pdf. Consultado: Abril, 2022.

Pastakia, C.M.R., 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)- A New Tool for Environmental Impact Assessment. K Jensen Olsen & O Fredensborg (eds.), Denmark, pp. 8-19.

Perevochtchikova, M., 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y Política Pública, XXII (2): 283 – 312.

Sivaramanan, S., 2015. Degradation of soil conservation and remediation. En: https://www.researchgate.net/publication/273771667_DEGRADATION_OF_SOIL_CONSERVATION_AND_REMEDIATION. Consultado: Marzo, 2022.

USDA, 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Washington, D.C. 82 p.

WHO, 1999. Guidelines for community noise. Geneva. En: http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf. Consultado: Abril, 2022.

ÍNDICE GENERAL

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 2
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 14
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas ambientales propuestas 22
VII.4 Pronósticos ambientales 35
VII.5 Evaluación de alternativas 36
VII.6 Conclusiones 36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1. Escenarios esperados por la construcción de las obras y realización de las actividades que implican el desarrollo del proyecto. 16

Tabla VII.2. Escenario esperado con la implementación de las medidas ambientales propuestas para los impactos ambientales identificados por etapa de desarrollo del proyecto. 23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1. Evolución de la superficie de los usos de suelo y vegetación en el polígono del SAR en tres diferentes años entre el 2000 y 2020. 10

Figura VII.2. Tipos y distribución de los usos de uso de suelo y vegetación en el polígono del sistema ambiental regional en el año 2000. 11

Figura VII.3. Tipos y distribución de los usos de uso de suelo y vegetación en el polígono del sistema ambiental regional en el año 2010. 12

Figura VII.4. Tipos y distribución de los usos de uso de suelo y vegetación en el polígono del sistema ambiental regional en el año 2020. 13

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La construcción, operación y mantenimiento y eventual abandono de la red de distribución de gas natural, con 48,066.89 m de ductos de acero al carbón de diferentes diámetros, 57 ERM y un City Gate, en dos municipios del estado de San Luis Potosí, no debe de ser abordado sin antes considerar que, como se manejó y consideró en el Capítulo IV de este documento, se parte del enfoque conceptual de que un sistema suele ser definido como el conjunto de componentes que se interrelacionan e interactúan de tal manera que la ocurrencia de cambios en un alguno puede afectar a otro o bien al conjunto. Además, al tratarse de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, debe de considerar los efectos acumulativos y residuales inmersos dentro del sistema ambiental regional delimitado. La interacción entre éstos es susceptible de problemas, restricciones y potencialidades por la existencia de diversas variables.

En este contexto, resulta fundamental establecer que la propia teoría general de sistemas observa que los sistemas se encuentran dentro de sistemas, es decir un sistema se encuentra dentro de otro mayor; son abiertos y, como consecuencia de lo anterior, se caracterizan por mantenerse en un proceso de cambio infinito con su entorno que, también, corresponde a otro sistema.

Para venir a ayudar a entender esta complejidad que representa el análisis de los sistemas, la modelación ha venido a ser una herramienta importante de apoyo que ayuda a comparar situaciones pasadas, presentes y futuras de diferentes sistemas que están bajo la influencia de fuerzas opuestas, naturales o de toma de decisiones. Esta herramienta se ha visto ampliamente soportada por los análisis hechos usando SIG cuando se trata de evaluar acciones, condiciones o sus efectos a nivel de áreas definidas y a través del tiempo; incluso, ha llegado de manera independiente en diferentes análisis, dando una gran representación de la realidad simulando el efecto que se tendría bajo ciertas condiciones. Por lo que, dado su importancia, en la elaboración del capítulo IV y V fue una herramienta importante para ayudar a entender y mostrar las condiciones actuales de los componentes abióticos y bióticos en el sistema ambiental regional, así como para poder identificar los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto.

En el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, estas herramientas han venido a apoyar a las metodologías de evaluación de impacto ambiental, potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con las obras o actividades que se pretenda desarrollar.

La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Facilitar el planteamiento de preguntas y ofrecer respuestas confiables.
- Analizar la información ambiental con base en datos numéricos con referencia espacial y temporal, lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrecer información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.

No siendo la excepción, los SIG también se han convertido en una herramienta que ayuda a entender los efectos que han tenido en el medio ambiente el desarrollo de obras y actividades a través del tiempo, lo que puede ayudar a entender los efectos que se pudieran tener por el desarrollo de nuevas obras y actividades en una región determina.

En el marco de referencia anterior, se presenta un análisis de los impactos ambientales que pudieran presentarse con motivo de la preparación, construcción y operación del proyecto, y el efecto ambiental sin proyecto y con proyecto como pronóstico de su efecto ambiental. Lo anterior, en virtud de que dicha herramienta y método ofrecen una descripción del espacio, basada en la cuantificación del conjunto de los elementos ya mencionados, los cuales pudieran ser afectados por la obra pretendida; y, con ello, proveer y aplicar las medidas de prevención y mitigación necesarias y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Para contextualizar un poco las características de los componentes abióticos y bióticos presentes en el SAR definido para el proyecto, a continuación, se presenta un resumen de la condición actual, sin el desarrollo del proyecto, pero tomando en cuenta las actividades que actualmente se han venido desarrollando. Este resumen proviene de la descripción realizada en el capítulo IV de esta MIA-R.

Clima

De acuerdo con la información del INEGI respecto a la clasificación climática del SAR, este se encuentra bajo la presencia de tres regiones climáticas, en la cual predomina el clima árido templado tipo BS_0k”w, encontrándose cubriendo prácticamente todo el polígono, dejando solo dos pequeñas áreas al sur del polígono con características climáticas ligeramente diferentes. Hacia el sur del polígono se tiene una zona con clima árido semicálido tipo BS_0hw y, al sureste una pequeña área con un tipo climático semiárido templado BS_1k"w.

El clima árido templado tipo BS_0k”w, el predominante en el SAR, según su fórmula climática, se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C. Su régimen de lluvias es estacional de verano con un porcentaje de lluvia invernal entre 5.0% y 10.2% del total anual.

El tipo climático árido semicálido tipo BS_0hw, el segundo con mayor cobertura en el SAR, de acuerdo con su fórmula climática, se trata de un clima con una temperatura media anual entre los 18 y 22°C, una temperatura del mes más frío menor de los 18°C y la temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Sus lluvias se caracterizan por presentarse en verano con un porcentaje de lluvia invernal entre el 5 y el 10.2% del total anual.

El tercer tipo de clima presente en el SAR comprende aproximadamente 122.41 ha al sureste del polígono, en la zona colindante con el ANP área de protección de flora y fauna Sierra de San Miguelito. Se trata de clima semiárido templado tipo BS_1k"w, el cual se describe como semiárido templado con una temperatura media anual entre 12 y 18°C, una temperatura del mes más frío entre -3.0 y 18.0°C y la temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Su régimen de lluvias es de verano con un porcentaje de lluvia invernal de entre 5.0 y 10.2% de la precipitación total anual.

Si bien, la región, y el estado en sí, no es propensa a recibir el efecto de las ondas tropicales, sí se ve impactada por ondas de precipitación pluvial provenientes principalmente de la zona del Golfo de México. Estas ondas de precipitación llegan sin el impacto de los fuertes vientos que caracterizan a las tormentas tropicales y huracanes,

dejando a su paso solo considerables volúmenes de agua, deslizamientos, avenidas repentinas e inundaciones que afectan la infraestructura urbana, vías de comunicación y viviendas.

Según el mapa que describe el grado de riesgo por granizos, la región que se encuentra conformando el SAR, y gran parte del estado de San Luis Potosí en sí, se clasifica como de muy bajo a bajo riesgo e intensidad de granizadas, lo que implica que se tengan entre 0 y 4 lluvias con presencia de granizadas.

De acuerdo con lo reportado en el Atlas de Riesgo para el municipio de San Luis Potosí y su zona conurbada, elaborado por el Instituto de Geología de la Universidad de San Luis Potosí en 2018, analizando el número de heladas mensuales en el periodo de 1979 a 2016, se encontró que el periodo en que se llegan a presentar heladas en la zona urbana y conurbada del municipio va de octubre a abril, con un promedio anual de 6.3 eventos. Diciembre y enero son los meses con mayor incidencia, con un promedio de 2.0 y 1.4 heladas por mes, y muy escasas en el mes de abril con solo 0.1 eventos.

Aire

El sistema de monitoreo de la calidad del aire de San Luis Potosí lo conforma la red de monitoreo de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, la cual está integrada por cinco estaciones de monitoreo que se localizan en los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez. Estas estaciones ubicadas en el municipio de San Luis Potosí son: Industriales Potosinos Asociados (IPAC), Facultad de Psicología (FPS), DIF municipal (DIF) y Biblioteca (BIB), mientras que en Soledad de Graciano Sánchez solo se ubica la estación Escuela 1º de Mayo (PRIM), aclarando que ninguna de ellas se ubica dentro del SAR del proyecto. Además, es importante aclarar que, en junio de 2018 la estación FPS se reubicó en lo que es la estación PRIM ubicada en Soledad de Graciano Sánchez, por lo que, en el 2019 ya no aparece la estación FPS, y la red de estaciones de monitoreo del municipio de San Luis Potosí quedó conformado por las estaciones restantes.

De acuerdo con los resultados publicado en el informe nacional de calidad del aire de 2018, publicado por el INECC (2018), de las cinco estaciones de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí y su zona conurbada solo las estaciones IPAC y BIB tuvieron información suficiente para poder evaluar la calidad del aire, el resto de las estaciones no tuvieron datos suficientes para poder realizar el diagnóstico. De acuerdo con los resultados reportados, en la ciudad no se tuvo problemas de contaminación debido a las concentraciones de O_3, CO, NO_2 ni de SO_2, no así con las emisiones de PM_{10}, donde en la estación BIB se rebasaron los límites máximos normados para el promedio 24 horas y el promedio anual. En el año se rebasó el valor límite de 24 horas de las PM_{10} 36 de los 365 días del año.

El diagnóstico de la calidad del aire del 2019 incluye la información registrada en la estación PRIM, además de las dos reportadas en el 2018, con resultados similares. En ninguna de las tres estaciones se registraron concentraciones que superaran los límites máximos normados para CO, NO_2, SO_2 ni O_3, no así para las PM_{10} en la estación BIB. En el año se rebasó el valor límite de 24 horas de las PM_{10} 52 de los 365 días del año, lo que representa un incremento de 16 días más contaminados con respecto a los obtenidos en el 2018.

En 2018 se publicó el informe final de la "Actualización del inventario de emisiones y modelación de la calidad del aire en la ciudad de San Luis Potosí", elaborado para la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del gobierno del estado de San Luis Potosí (SEGAM, 2018). En dicho informe se hace un diagnóstico de las emisiones de los contaminantes criterio para los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez considerando las diferentes fuentes generadoras de las emisiones al 2016.

De acuerdo con el inventario, en el 2016 se produjeron 5,139 t de PM_{10}, siendo las fuentes de área las principales generadoras, seguida de las emisiones producidas por las fuentes puntuales y, por último, de las fuentes móviles, con una participación del 47.48%, 26.44% y 26.06%, en el orden antes citado.

Las partículas $PM_{2.5}$ es de los contaminantes criterio que menos volumen de producción tiene en el área bajo estudio, solo por arriba de la generación del CN y del SO_2. La producción de 2016 se estimó en 3,649 t anuales, de las cuales el 41.33% es producido por las fuentes de área, el 33.63% por las fuentes móviles y el restante por 25.05% por las fuentes puntuales.

Las principales fuentes generadoras de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ son las ladrilleras, la industria metalúrgica (incluye la siderúrgica) y los camiones de carga media.

Sobre el parque vehicular del estado, de acuerdo con información del INEGI (ver página: https://www.inegi.org.mx/programas/vehiculosmotor/#Tabulados), se puede decir que entre el 2011 y el 2020 el parque vehicular del estado pasó de 837,275 a 1'280,233 unidades totales, creciendo constantemente a una TPCA del 4.76% en el periodo analizado. A nivel municipal, San Luis Potosí incrementó en 195,632 unidades en el mismo periodo, pasando de 408,691 a 604,323 vehículos, teniendo una TPCA promedio del 4.41%, representando el 47.75% del parque vehicular del Estado. El municipio de Villa de Reyes solo tuvo en promedio el 6.06% del parque vehicular estatal, pasando de 10,102 vehículos en el 2011 a 17,234 en el 2020, sin embargo, su TPCA anual fue superior a la registrada a nivel estatal y que la del municipio de San Luis Potosí, siendo esta del 6.06% en promedio.

Lo anterior sin considerar el flujo vehicular de la carretera federal 57, en su tramo que atraviesa San Luis Potosí, así como el de las carreteras federales libres 37 y 80, las cuales se conectan con la carretera federal 57 en el área del SAR, las cuales se caracterizan por tener una alta afluencia de vehículos pesados que transportan productos entre los estados del centro, sur y norte del país durante las 24 horas del día.

Con base en los resultados de la calidad del aire reportados por el INECC para los años 2018 y 2019, se puede concluir que no existe problemas por las concentraciones de los contaminantes criterio O_3, CO, SO_2 y NO_2, no así con las concentraciones de las PM_{10} en algunos días del año, principalmente durante la época seca y de más calor. Ahora, si bien las estaciones de monitoreo de calidad del aire se encuentran fuera de la poligonal del SAR definido para el proyecto, los resultados reportados pudieran tomarse solo como datos de referencia ya que parte del SAR y del desplante de obras del proyecto se encuentran dentro de la ciudad y zona conurbana de San Luis Potosí.

Relieve

Orográficamente, el polígono del SAR se ubica en un gran valle con poca variación altitudinal de norte a sur y de este a oeste, con una altitud modal alrededor de los 1,820 msnm. Al sur del SAR es donde se tiene la menor altitud rondando los 1,800 msnm, la cual va ascendiendo ligeramente conforme se avanza hacia el norte hasta los 1,860 msnm, aproximadamente.

A lo ancho del SAR existe una mayor variación altitudinal que a lo largo del polígono, siendo la parte central, a todo su largo, la zona de menor altitud, la cual va de los 1,810 a los 1,850, para incrementar hacia los extremos este y oeste. Hacia el lado este alcanza su mayor altitud en los 2,200 msnm, en los límites con entre los municipios de San Luis Potosí y Zaragoza, al noreste del SAR. Y, por otro lado, hacia los límites con la sierra de San Miguelito se llega aproximadamente a los 2,000 msnm, en el área cercana a la presa La Cantera, al centro oeste del SAR.

Considerando la clasificación geomorfométrica propuesta por Hernández et al. (2017), se determinó que el polígono del SAR está dominado por la unidad 1, es decir menos de 10, que corresponde a una zona plana, suavemente

ondulado, muy débilmente diseccionado o no diseccionada. Esta conformación se encuentra en toda la superficie del SAR, incluyendo la parte perteneciente a Valle de Reyes, al sur del polígono, como al norte, en San Luis Potosí.

Hacia los costados del SAR se llegan a tener áreas que corresponden a la unidad 2 "De 10.0 a 20: Ondulado, en ocasiones plano, débil o ligeramente diseccionado", pero sin llegar a presentarse amplias zonas que lleguen a clasificarse como colinas, las cuales se pueden observar más frecuentemente fuera de los límites del SAR.

Sismicidad

De 1990 a 2021, en el estado de San Luis Potosí se han registrado solo 172 eventos telúricos con una magnitud entre 3.0 y 4.9, ninguno de ellos dentro de la poligonal de SAR. De los eventos registrados en este periodo, 111 tuvieron una magnitud entre 3.0 y 3.9 y los 61 restantes estuvieron entre 4.0 y 4.9 de magnitud. De estos 61 con magnitud entre 4.0 y 4.9, 27 tuvieron 4.0 de magnitud, 20 4.1, dos 4.2, nueve 4.3, dos 4.4 y solo uno 4.6, el sismo de mayor magnitud en el estado. Lo que hay que resaltar que 121 de estos 172 eventos totales se registraron del 2016 al 2021.

Hidrología

Calidad del agua superficial

De acuerdo con los resultados presentados por la CONAGUA de sitios de muestreo para determinar la calidad del agua superficial, durante el periodo 2012 – 2020, de seis sitios seleccionados por ubicarse cercas del polígono del SAR cuatro no tuvieron problemas de contaminación, siendo estos los cuatro correspondientes a las presas San José y El Potosino del municipio de San Luis Potosí. Esto puede estar asociado a que contienen agua proveniente de la sierra de San Miguelito, una zona conservada en la que no se desarrollan actividades productivas intensivas, como las agropecuarias, ni existen grandes asentamientos humanos.

Los dos sitios de muestreo de aguas superficiales seleccionados restantes resultaron mostrar signos de contaminación, encontrándose en foco rojo, estos son los dos puntos de muestreo ubicados en la presa Valentín Gama, en el municipio de Villa de Reyes. El punto de muestreo ubicado al este de la presa (DLSAN2303), más alejado a los límites del SAR, resultó con una calidad de agua contaminada por su contenido de DQO, es decir con un valor que está entre 40 y 200 mg L^{-1}, lo que indica que se trata de un agua superficial con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.

Por otro lado, el punto de muestreo ubicado al oeste de la presa (DLSAN2302), a solo 450 m del límite del SAR, resultó con problemas de contaminación por sus contenidos de DQO, coliformes fecales y OD medio. De acuerdo con el contenido de DQO, se determina que se trata de un agua contaminada por estar entre 40 y 200 mg L^{-1}, lo que indica que se trata de un agua superficial con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal. Por su conteo de coliformes fecales, se trata de un agua fuertemente contaminada por tener más de 1,000 NMP 100 ml^{-1} de E. coli, lo que la lleva a clasificarla como un agua con fuerte contaminación bacteriológica y con una alteración severa. Y, por su porcentaje de OD medio, se determinó que se trata de un agua con deficiencia de oxígeno al tener un valor que es mayor de 10% y menor de 30%.

El nivel de contaminación del agua en la presa puede deberse a que en este cuerpo de agua se recibe el agua proveniente de escorrentías provenientes de áreas destinadas a la actividad agropecuaria, industrial y urbano, las cuales pueden arrastrar productos residuales de estas actividades.

Hidrología subterránea

El polígono del SAR se ubica en dos acuíferos, siendo estos: a) 2411 San Luis Potosí y, b) 2412 Jaral de Berrios – Villa de Reyes. Una característica común relevante de estos acuíferos es que ambos se encuentran en balance negativo, siendo más crítico el balance del acuífero San Luis Potosí que el de Jaral de Berrios – Villa de Reyes, de acuerdo con la última disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de septiembre de 2020.

El acuífero 2411 San Luis Potosí se reportó con balance negativo en el censo realizado en el 2014, año en que se obtuvo una disponibilidad de -75.316895 Mm^3, lo que indicó la falta de agua para otorgar nuevas concesiones de aprovechamiento de agua sin poner en riesgo el acuífero. Este problema continuó para el censo de disponibilidad de agua publicado en el mismo medio el 04 de enero de 2018, reportándose un balance de -76.421546 Mm^3. Posteriormente, el 20 de septiembre de 2020, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, en el cual se indica que este acuífero tiene un volumen disponible de -59.223040 Mm^3 anuales, lo que indica que tuvo una recuperación del 2018 al 2020, pero continuando sin disponibilidad de agua para otorgar nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica.

Por otro lado, el acuífero Jaral de Berrios – Villa de Reyes también se reportó con balance negativo en el censo realizado en el 2014, año en que se obtuvo una disponibilidad de -0.002803 Mm^3. La situación del acuífero mejoró para el 2018, año en el que se publicó el censo de disponibilidad de agua en el DOF, reportándose un balance de 0.961659 Mm^3. Sin embargo, de acuerdo con la información del Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, se indica que este acuífero tiene un volumen disponible negativo -2.036460 Mm^3 anuales. Este resultado representa una caída mayor a estudios previos, alcanzado un nivel de disponibilidad de agua menor al registrado en el 2014, llevándolo a no tener disponibilidad de agua para otorgar nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica.

Para determinar la calidad del agua subterránea en los acuíferos en los que cuales se ubican el SAR y el trazo y obras asociadas del proyecto, se tomarán los resultados publicados por la CONAGUA para el periodo 2012 – 2020 en los pozos para el aprovechamiento de agua subterránea que se encuentran dentro del polígono del SAR, así como de algunos aledaños al SAR que pueden aportar información para sustentar el análisis. En total se seleccionaron 18 pozos que se ubican en los municipios del SAR y áreas circundantes a no más de 15 km del polígono para reflejar el impacto a sus alrededores.

De los 18 sitios seleccionados para caracterizar la calidad del agua subterránea, siete resultaron sin problemas de contaminación, lo que significa que la calidad del agua se encuentra dentro de los rangos de calidad excelente, buena calidad y aceptable, en cada una de las variables monitoreadas para caracterizar la calidad del agua. Los pozos que tienen esta calidad de agua se ubican al norte del SAR, algunos de ellos dentro en la zona centro de la ciudad de San Luis Potosí y otros en la periferia de la zona urbana.

Los 11 sitios restantes presentaron problemas de contaminación relacionado ya sea por su concentración de flúor, en nueve de los 18 sitios, por altos niveles de plomo, en uno, y en el último por su contenido de SDT y concentración de nitrógeno NO_3. La concentración de flúor en los pozos que rebasaron los niveles adecuados alcanzó valores para clasificarse como alto, es decir valores ≥ a 1.5 mg L^{-1}, por lo que, el agua de estos pozos se considera como no apta como fuente de abastecimiento de agua potable.

El pozo Milpillas (DLSAN2307M1), ubicado al norte y a las orillas de la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí, resultó con una concentración de plomo mayor a 0.01 mg L^{-1}, por lo que se clasifica como agua contaminada. Por la

concentración de este mineral, este pozo se considera como no apto como fuente de abastecimiento de agua potable.

Finalmente, el pozo Rancho El Diamante (DLSAN2310), ubicado al norte del SAR en una zona agrícola del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, resultó con problemas de contaminación por su alta concentración de SDT y nitrógeno NO_3. Como indicador de salinidad, el valor que obtuvo para SDT (> 1,000 y ≤ a 2,000 mg L^{-1}), clasifica a esta agua como ligeramente salobre o con bajo contenido de sales. Con respecto al valor alcanzado en su contenido de nitrógeno NO_3, siendo superior a 11 mg L^{-1}, la lleva a clasificar esta agua con fuerte impacto de aguas residuales crudas con alta carga de nutrientes; su condición se considera como hipertrófica, con florecimientos algales que incluyen especies tóxicas a seres vivos. Adicionalmente, por su valor de dureza, el cual fue superior a 500 mg L^{-1}, se considera un agua muy dura e indeseable para usos industriales y domésticos, por lo que, el agua de este pozo no se recomienda como fuente de abastecimiento de agua potable.

De los tres pozos ubicados dentro del polígono del SAR, el pozo del Fracc. Las Florida no presentó problemas de contaminación, los otros dos resultaron estar en semáforo rojo, es decir, con problemas de contaminación por su alto contenido de flúor.

Edafología

A nivel del SAR se reporta la presencia de cuatro grupos de suelos, siendo estos: Xerosol subgrupo háplico, Planosol, subgrupo mólico, Regosol, subgrupo calcárico, y Feozem háplico. Este último es el grupo de suelo que ocupa una mayor superficie dentro de los límites del SAR, cubriendo el 55.37% de las 36,802.64 ha, seguido del Xerosol háplico con el 18.45%. El suelo Planosol mólico es que el que ocupa una menor superficie con 3,654.57 ha, encontrándose en la parte norte y noreste del polígono.

Degradación del suelo

Considerando el análisis de degradación del suelo reportado por la SEMARNAT en el año 2002, el SAR definido para el proyecto presenta problemas de degradación del suelo en un 90.58% de su superficie, siendo de tres tipos diferentes: química, por disminución de su fertilidad y pérdida de materia orgánica originada por las actividades agrícolas; física, por pérdida de función productiva por el desarrollo de infraestructura urbana, y, erosión hídrica, por la pérdida de suelo superficial por la remoción de la cobertura vegetal. La degradación química es la de mayor impacto en el área del SAR, considerada como ligera y afectando el 89.1% de las 36,802.64 ha, después le sigue la erosión física, con grado de degradación fuerte y presentándose en el 1.05% del polígono y, finalmente la degradación ocasionada por la erosión hídrica, en un grado moderado y afectando solo al 0.43% del polígono.

Tomando en cuenta que el estudio de degradación del suelo reportado por la SEMARNAT se realizó hace más de 20 años, se considera que está desactualizado. Esto se puede ver en el analizar las áreas degradadas por tipo de degradación en el SAR del proyecto, donde áreas marcadas con degradación química ahora se encuentran con infraestructura urbana, industrial y de vías de comunicación, pasando a ser parte de degradación física del suelo. Esto es relevante para el proyecto porque, de acuerdo con la clasificación de degradación de la SEMARNAT, las obras del proyecto se desplantarían sobre un área con degradación química, cuando en realidad todo el proyecto se desplantaría sobre áreas con degradación física por la pérdida de su función productiva por el desarrollo de infraestructura urbana.

Fauna silvestre

Del trabajo efectuado para conocer la diversidad de fauna silvestre presente en el SAR, el cual consistió en revisión de literatura, entrevista a consultores ambientales y pobladores de la región y recorridos de campo en los que se realizaron observaciones directas e indirectas, en total se registró la presencia de 44 especies de fauna silvestre, pertenecientes a 37 géneros, 25 familias y 12 órdenes.

De las 44 especies, 11 pertenecen a la clase de los mamíferos, mismo número de reptiles y 22 aves. Los mamíferos estuvieron representados por cuatro órdenes, en el que Rodentia tiene cinco familias y seis géneros y especies. El orden Carnívora resultó tener dos familias y tres géneros y especies. El resto de los cuatro ordenes quedaron representados por una familia y mismo número de géneros y especies.

Los reptiles solo tuvieron dos órdenes, el Squamata y el Testudines. El orden Squamata estuvo representado por tres familias seis géneros y 10 especies diferentes. La familia Phrynosomatidae fue las que presentó mayor diversidad con seis especies; en segundo, la familia Colubridae con tres géneros y mismo número de especies, y, finalmente, la familia Teiidae solo tuvo una especie. Por otro lado, el orden Testudines solo estuvo representado por una sola especie.

Por último, en la clase de las aves se encontraron seis diferentes órdenes, 12 familias, 19 géneros y 22 especies. El orden Passeriformes fue el que tuvo mayor número de individuos con 13 especies, agrupadas en siete familias y 11 géneros. El orden Columbiformes ocupó el segundo lugar en cuanto a diversidad con cinco especies pertenecientes a cuatro géneros. Los otros cuatro órdenes solo incluyeron una especie, género y familia, cada uno.

De las 44 especies identificadas, cinco se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la modificación a la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019. De las cinco especies en categoría de riesgo, tres son reptiles, una perteneces a la clase mammalia y otra es un ave. Y, de las cinco, dos se encuentran en categoría de amenazadas (A) y tres en protección especial (Pr), ninguna en la categoría de peligro de extinción (P).

Flora silvestre

La vegetación que se observó en los recorridos realizados en el SAR donde será desarrollado el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, está constituida mayoritariamente por vegetación característica de entornos urbanizados (especies ornamentales), de orillas de caminos (ruderales) y de áreas de cultivo (arvenses).

En total se identificaron 56 especies clasificadas en 19 órdenes, 29 familias y 46 géneros. El orden Caryophyllales y Lamilaes fueron los que tuvieron una mayor diversidad en cuanto a número de familias con cuatro cuada uno. En cuanto al número de especies, los órdenes Caryophyllales y Poales fueron los que tuvieron una mayor diversidad con ocho especies cada uno, con la diferencia que el primer orden citado tuvo siete géneros diferentes y el segundo solo cinco géneros, resultado que el género Cenchrus estuvo representado por tres especies y el Chloris por dos.

En este mismo sentido, seis de los órdenes de las especies de flora silvestre observadas en el SAR estuvieron representados por una sola especie, mismo número por dos especies y solo uno por tres de estas.

De las 56 especies de flora silvestre identificas, solo se encontró una sola especie, representada por un solo individuo que estaba como planta de ornato (en un jardín particular), catalogada como especies en categoría de riesgo conforme a la *"MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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", el cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 2019. En este caso se trató del cedro blanco (*Cupressus lusitanica*), la cual se encuentra bajo la categoría de riesgo de Protección especial (Pr).

Por el contrario, resultó que, de las 56 especies identificadas en el área del SAR, seis se encuentran incluidas en la lista del acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016. Dos de ellas son gramíneas, de la familia de las Poaceae: Zacate buffel (*C. ciliaris*) y el pasto rosado (*R. repens*). Además, chicalote (*A. mexicana*), de la familia Papaveracea; la higuerilla (*R. communis*), de la familia Euphorbiaceae; la bola de rey (*L. nepetifolia*), el cual pertenece a la familia Lamiaceae; y, el dedo moro (*C. edulis*), de la familia Aizoaceae. De las seis especies, el pasto buffel y el pasto rosado resultaron ser las especies de más amplia distribución en el área del SAR.

Uso de suelo y vegetación

Del análisis realizado a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, escala 1:250,000, serie VII (ver página: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/), resultó que en el SAR existen 14 usos de suelo y vegetación, estos son: agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego semipermanente, agricultura de temporal anual, matorral crasicaule, pastizal inducido, pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, asentamientos humanos y cuerpos de agua. La superficie del SAR cubierta con vegetación secundaria, primaria y el pastizal inducido cubre el 44.35% de las 36,802.64 ha del SAR; siendo mayor la superficie que ya cuenta con un uso de suelo específico, donde el 31.41% del área del SAR tiene un uso agrícola, los asentamientos humanos representan el 23.89% y, por último, los cuerpos de agua implican solo el 0.35%.

Revisando las imágenes satelitales históricas de la región entre el año 2000 y 2020, se puede ver que ha existido un cambio de uso de suelo que ha favorecido al desarrollo de la zona urbana sobre cualquier otro tipo de uso de suelo. El crecimiento de los asentamientos urbanos y de vialidades se ha venido dando en detrimento de la superficie con cobertura vegetal secundaria y zonas con uso de suelo agrícola.

De acuerdo con un análisis realizado a la evolución del cambio de uso del suelo en el área del SAR entre los años 2000 y 2020, incluyendo el estado en el 2010 para visualizar el cambio, con base a imágenes del Google Earth sin considerar la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, escala 1:250,000, serie VII, se puede ver que la cobertura de vegetación secundaria arbustiva de matorral ha sido el predominante, pero ha venido disminuyendo su cobertura; en el año 2000 cubría el 43.59% del SAR, 10 años después bajó al 36.83% y ya para el 2020, si bien sigue ocupando la mayor cobertura, está es solo del 31.36% (Figura VII.1).

La cobertura del pastizal también ha tenido una disminución en cuanto a su cobertura, pasando de cubrir el 25.10% del SAR para pasar a cubrir el 15.87% en el 2010 y solo el 13.54% en el 2020. De los tipos de vegetación presentes, la cobertura de matorral crasicaule es el que se ha mantenido más estable variando del 2.74% al 2.61%.

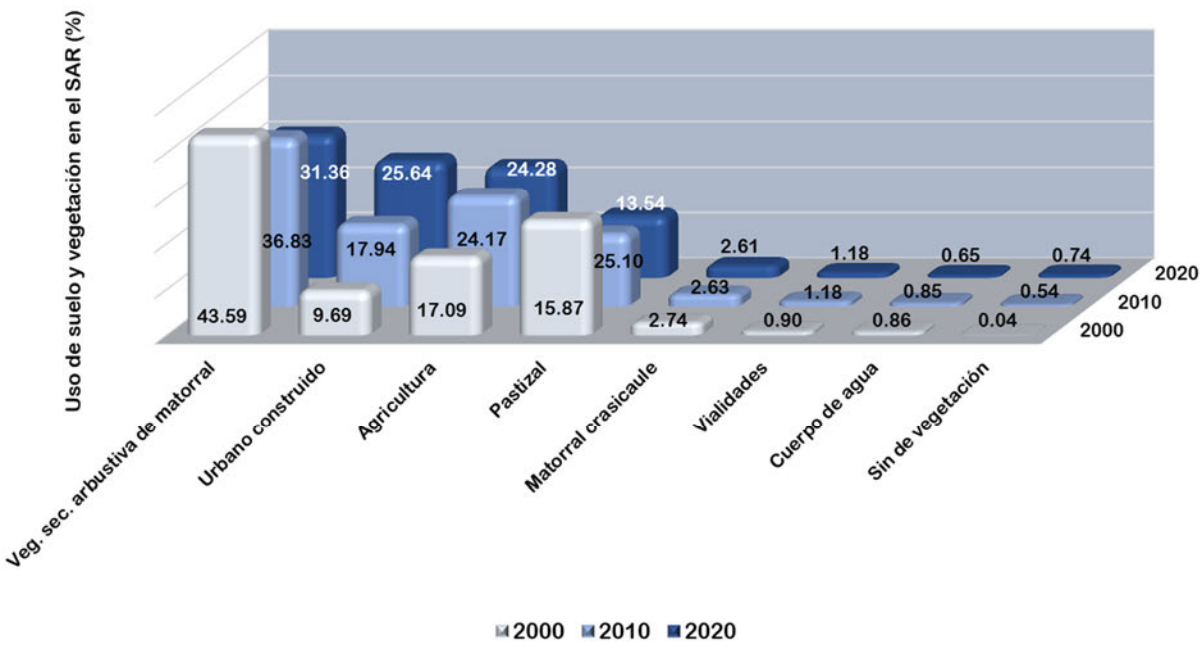
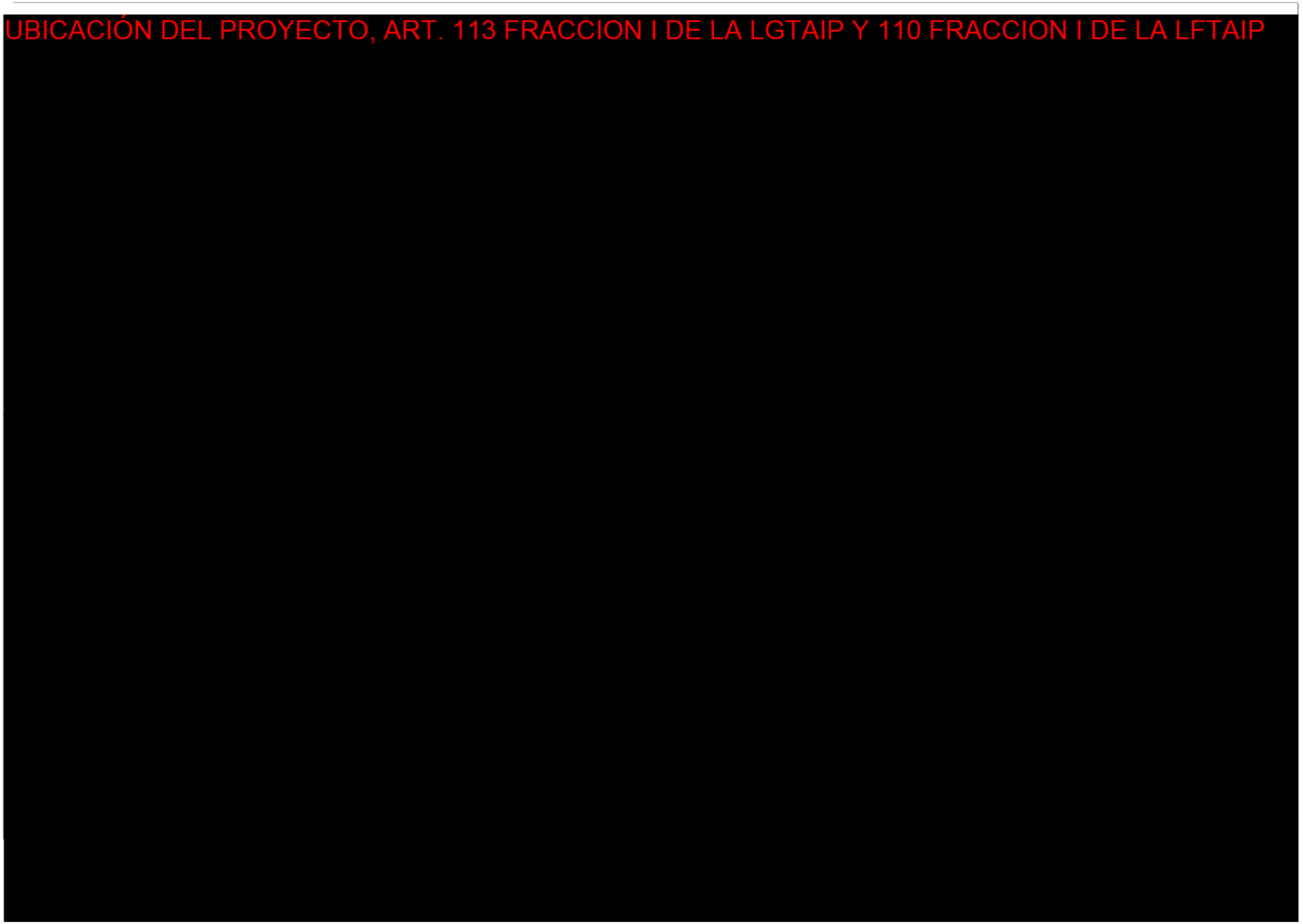
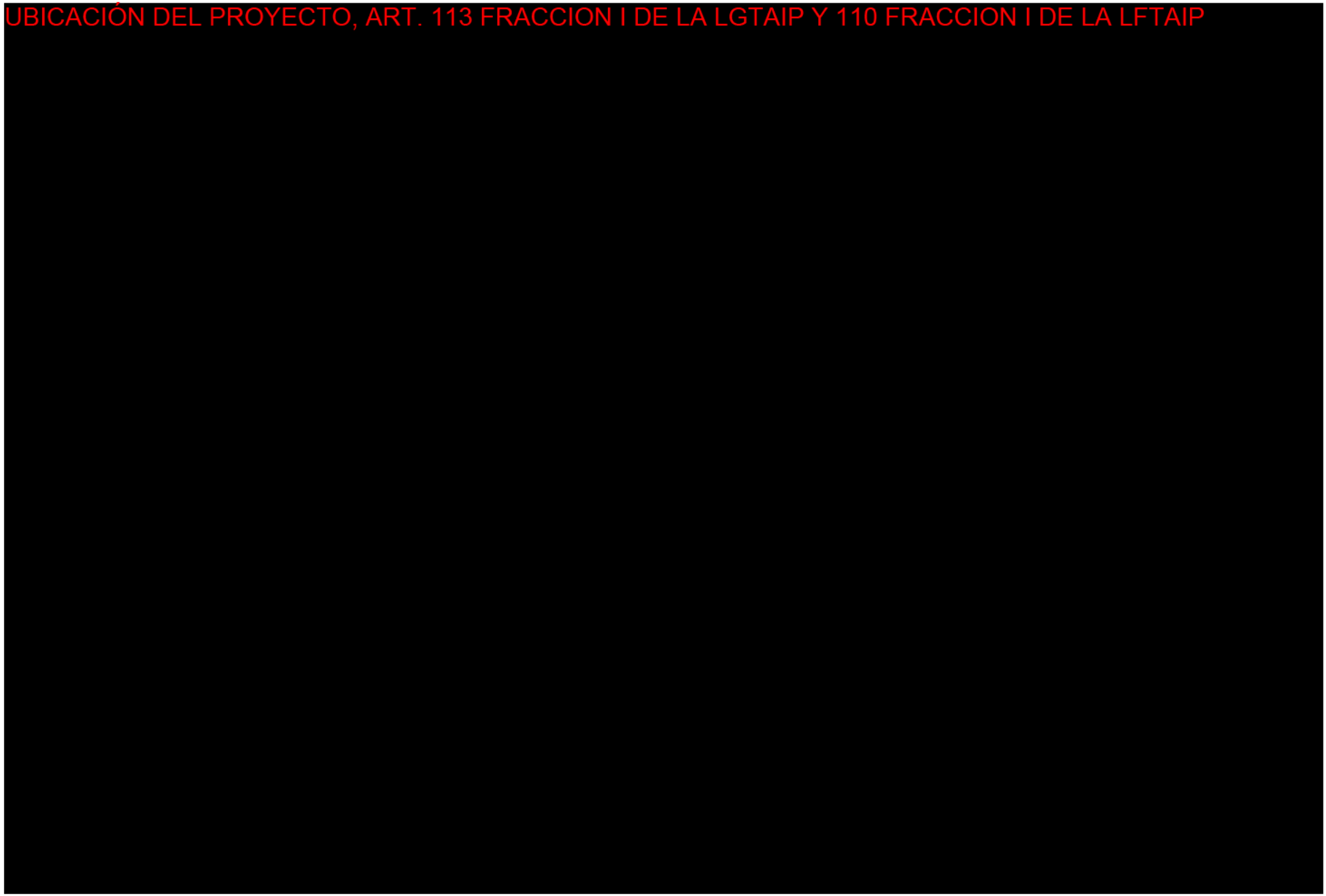


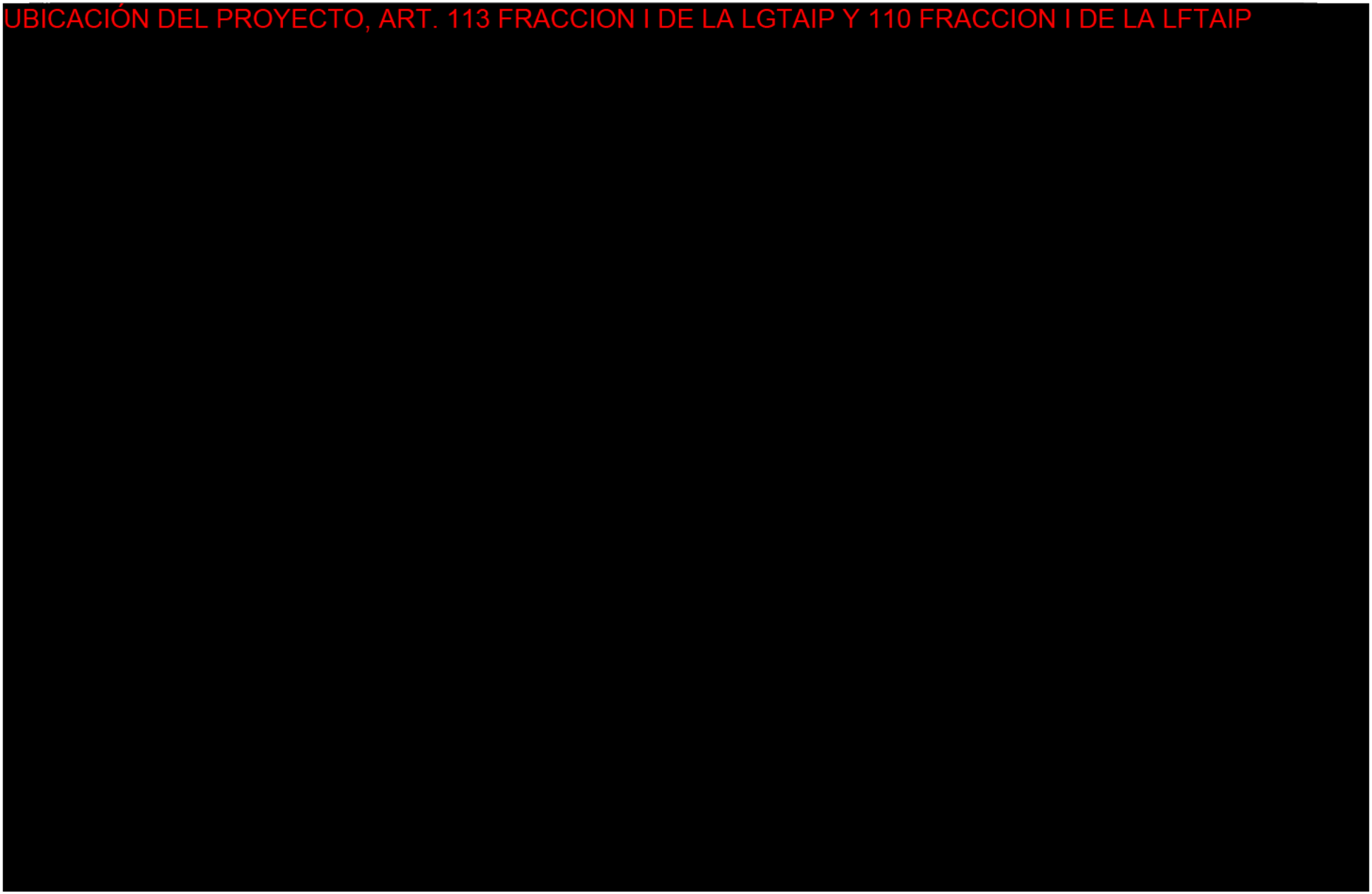
Figura VII.1. Evolución de la superficie de los usos de suelo y vegetación en el polígono del SAR en tres diferentes años entre el 2000 y 2020.

Mientras que las áreas con cobertura vegetal han ido perdiendo terreno, las áreas con uso de uso urbano construido, agricultura y vialidades han ido creciendo. El crecimiento más significativo es el crecimiento experimentado por el uso urbano construido, la cual incluye a los parques industriales, pasando de cubrir un 9.69% del SAR en el 2000 a 25.64% en el 2020. Y, por otro lado, las áreas destinadas a la agricultura pasaron de 17.09% a 24.28%, superficie que casi se mantuvo estable entre el 2010 y el 2020.

Las Figuras VII.2, VII.3 y VII.4 muestras la evolución del cambio de uso del suelo entre el año 2000 y 2020, apreciándose la forma como el crecimiento de las zonas urbanas y agrícolas ha ido ganándole superficie a las áreas con cobertura vegetal.


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Como se puede ver en el análisis anterior, el uso de suelo urbano construido ha mostrado un gran cambio en el periodo analizado, y en los últimos años no se ve que este se vaya a sufrir algún cambio. La zona urbana y conurbada de la ciudad San Luis Potosí, incluyendo a las zonas industriales y vialidades, ha mostrado un gran crecimiento en respuesta al movimiento migratorio interno que se ha dado de la zona centro del país, que, aunque en el estado no es tan intenso como otros estados de país, es un fenómeno que no se ve que vaya a cambiar en los próximos años. Adicionalmente, se tiene que considerar el desarrollo industrial y agropecuario que experimenta la región, que, si bien son inherentes del progreso, también son generadores de afectaciones del medio ambiente.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

El desarrollo del proyecto no implica el cambio de uso de suelo, por lo que, no influiría en la inercia que se tiene en esta variable en el polígono del SAR. Como quedó ampliamente descrito en el capítulo II de esta MIA-R, el proyecto que se somete al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental consiste en la construcción y operación de una red de ductos de acero al carbón para la distribución de gas natural. La red alcanza una longitud de 48,066.89 m en diferentes diámetros, 57 ERM y un City Gate, incidiendo en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, en el estado de San Luis Potosí.

Tomando en cuenta que el desarrollo del proyecto tiene como objetivo el suministrar gas natural principalmente a zonas industriales de la zona urbana y conurbada de San Luis Potosí y Villa de Reyes, esto implica que toda la red de distribución del proyecto que se somete a evaluación se instalaría en áreas urbanizadas y sobre vías de comunicación, sin tener las condiciones para que funcionen como sitios de refugio, alimentación y reproducción para fauna silvestre. Para el tendido de los ductos de la red de distribución se construirían zanjas sobre las vialidades, ya sea internas de la zona urbana o de las vías de comunicación principales, lo que implica que la afectación se realizaría sobre superficies terrestres ya impactadas, cubiertas con carpeta asfáltica, concreto o adoquines.

Llevar a cabo las obras y actividades planteadas implica incrementar el flujo vehicular, operación de maquinaria y de vehículos pesados de manera puntual y de avance paulatino, teniendo como consecuencia un mayor movimiento en la zona. Dado el ruido, las emisiones al medio ambiente y el movimiento mismo del personal que se tendrían en caso de desarrollarse el proyecto, se ahuyentaría a la ya escasa fauna silvestre que pudiera encontrarse en los frentes de trabajo. Sin embargo, esta afectación se debe de poner en dimensión considerando el número de vehículos y equipos automotores que se operarían por el desarrollo del proyecto con respecto al parque vehicular de la zona urbana y conurbada de la ciudad de San Luis Potosí y los que circulan por la carretera federal 57, en su tramo que atraviesa San Luis Potosí, así como el de las carreteras federales libres 37 y 80, las cuales se conectan con la carretera federal 57 en el área del SAR.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, la principal actividad operativa es la distribución del gas natural por los ductos de distribución, lo cual se hace sin generar impactos, ser visible y sin emisiones de partículas sólidas ni emisiones sonoras al medio ambiente. El mantenimiento implica los patrullajes de supervisión para ver posibles fallas operativas de la red y el mantenimiento de válvulas y componentes de las 57 ERM y el City Gate.

En la Tabla VII.1 se expone el escenario esperado por la construcción del sistema de distribución de gas natural y el desarrollo de las actividades que se tendrían que realizar para concebir el proyecto en los términos descritos en el capítulo II de esta MIA-R.

Como el pronóstico se realiza por etapas de desarrollo del proyecto, pero tomando en cuenta que en la etapa de preparación del sitio del proyecto no se identificó la generación de impactos ambientales potenciales adversos, entonces esta etapa no se incluye en el análisis de pronósticos ambientales.

Tabla VII.1. Escenarios esperados por la construcción de las obras y realización de las actividades que implican el desarrollo del proyecto.

Etapa	Factor ambiental	Actividades	Escenarios: posibles y probables
Construcción	Suelo	Para la instalación de los ductos se cavarían zanjas de ancho y profundidad variable dependiendo del diámetro de la tubería y condiciones del área donde se instalarían los tubos. El zanjeo normal tendrá un ancho de 0.15, 0.20 y 0.30 m, dependiendo del diámetro del tubo, así como una profundidad normal que iría de 0.45 a 0.65 m, según sea suelo rocoso o sin roca, y hasta 0.90 – 1.20 y 2.00 m, en derecho de vía y cruces de ferrocarril, respectivamente. Estas medidas son para ductos de polietileno y de acero, en 48,066.89 m de longitud, lo que podría llegar a afectar el horizonte del suelo que se encuentra cubierto por la vialidad y zonas con desarrollo urbano e industrial. La construcción del City Gate se desplantaría sobre una superficie de 500 m^2 (20 m X 25 m). Las 57 ERM implicarían una superficie promedio de 70 m^2 cada una, en total 3,990 m^2. Y, la instalación de la tubería abarcaría una superficie permanente de 14,420.07 m^2 y 240,334.45 m^2 de superficie temporal. La superficie permanente total para el desplante de las obras del proyecto sumaría 18,910.07 m^2. Las excavaciones serían sobre la vialidad, por lo que, primero se tendría que levantar la carpeta de rodamiento, después las bases de conformación de la vialidad, llegando posteriormente al perfil del suelo. En la construcción de carpetas asfálticas, se debe cumplir con especificaciones técnicas de normas de calidad, entre ellas: a) la capa subrasante debe tener 30 cm de espesor mínimo) el tamaño máximo de sus partículas es de 7.5 cm; c) grado de compactación 95% del PVSM; expansión máxima de 3%; d) valor relativo de soporte del 15%, y, e) espesor mínimo de la capa asfáltica 6.5 cm. Para el caso de la construcción de las ERM y el City Gate, también es necesario realizar excavaciones para las cimentaciones y desplante de obras, lo que implica alteración del perfil de suelo que no fue afectado durante la construcción de la infraestructura actualmente existente y, con ello, las propiedades físicas de este.	En este caso, se trata de suelo degradado por la pérdida de su funcionalidad por encontrarse cubierto por la infraestructura urbana descrita, por lo que, no se trata de un suelo con características naturales y presenta alteración en su conformación física, composición química y actividad microbiológica. Se trata de un suelo que no tiene aportes de materia orgánica ni las condiciones para la presencia de microorganismos degradadores de materia orgánica. Por lo que, el desarrollo del proyecto solo implicaría la afectación de horizontes del perfil del suelo más profundos que no hayan sido alterados por la construcción de la infraestructura actual que soportan, tomando en cuenta que habría excavaciones estimadas hasta los 2.00 m de profundidad. Por otro lado, durante las excavaciones y actividades constructivas en general se generan residuos que por su mal manejo pueden dispersarse en los frentes de trabajo. Para evitar este problema, en los diferentes frentes de trabajo habilitados para el desarrollo de las actividades constructivas se contará con contenedores para la concentración y disposición temporal de los residuos y, al final de la jornada laboral se organizará a los trabajadores para que dejen sus áreas de trabajo limpias y ordenadas como parte de las actividades de seguridad, salud y cuidado ambiental. Por lo que, se espera que las áreas de trabajo estén ordenadas y limpias, acorde con las actividades que se estén llevando a cabo. Por otro lado, los residuos de manejo especial y peligrosos que se generen serán concentrados temporalmente y dispuestos donde la autoridad ambiental lo determine.

Etapa	Factor ambiental	Actividades	Escenarios: posibles y probables
	Aire	En el sitio habrá movimiento de equipos, maquinaria pesada y vehículos más intenso, así como presencia de trabajadores, por lo que se producirían ruidos y emisiones atmosféricas que molestarían a la fauna silvestre y trabajadores.	El cambio que se espera en el medio ambiente por las emisiones de gases y de ondas sonoras, el cual se considera un impacto ambiental acumulativo por el desarrollo de otros proyectos dentro del SAR, está asociado principalmente a las emisiones sonoras incrementado la frecuencia de las emisiones, más no la intensidad, ya que se espera un mayor flujo vehicular y más equipos automotores operando. Es en esta etapa donde se tendría un mayor número de equipos automotores trabajando y requerimiento de personal, por lo que se incremental el flujo vehicular. Considerando que la operación de los equipos y vehículos se da en áreas abiertas y en áreas delimitadas con baja densidad poblacional, se espera una rápida dispersión de las emisiones sonoras, de partículas y gases generadas por el desarrollo del proyecto, sin llegar a ser perceptibles más allá de las áreas de operación.
	Fauna silvestre	La presencia de individuos de las especies identificadas se vería afectada por el ahuyentamiento de los individuos por la alteración que implica la realización de las actividades en el entorno tanto marino como terrestre. Una vez que concluyan las obras y actividades en los frentes de trabajos que se irían habilitando, las condiciones para la fauna silvestre volverían a su condición previa al inicio de las actividades del frente.	La ejecución de las obras y actividades en las áreas de desplante de las obras podría afectar el libre movimiento de individuos de fauna silvestre, pero sin afectar sitios importantes para refugio, alimentación y reproducción de especies ya que las obras se ejecutarían sobre áreas que no tienen esta funcionalidad ambiental. La mayoría de los ejemplares observados en las áreas aledañas al desplante de las obras fueron aves, siendo especies que fácilmente se adaptan a las actividades antrópicas y tienen menos probabilidades de ser afectadas por la realización de obras terrestres. Por lo que, el desarrollo del proyecto no implicaría un desplazamiento permanente de individuos de las áreas de trabajo.

Etapa	Factor ambiental	Actividades	Escenarios: posibles y probables
	Base paisajística	La apertura de las zanjas para la instalación de los ducto y válvulas del sistema de distribución de gas implica levantar la carpeta de rodamiento, ya sea asfalto, concreto y adoquines, y extraer tierra, piedras y otros materiales que se encuentren en el área específica de excavación. Además de la apertura de la zanja, el material generado durante la excavación estaría amontonado durante el tiempo que duren las maniobras, las cuales no serán mayores a dos o tres días por frente de trabajo. Estas obras ocasionarían un cambio estético de paisaje urbano. Tan pronto las instalaciones hayan terminado, la zanja sería tapada, el material residual de manejo especial sería retirado a su sitio de disposición final, y la carpeta de rodamiento sería restaurada con el mismo material de construcción dejando el sitio en condiciones similares, o mejores, a las existentes previo al inicio de actividades. Como parte de la instalación de los ductos, se colocarían señalizaciones indicando la presencia de la tubería para evitar posibles incidentes de la población en general con las instalaciones. Estas señalizaciones, mayormente postes amarillos de no más de 1.5 m de altura, se instalarían a lo largo del recorrido de la tubería, lo que sería un agente nuevo en el paisaje urbano y de vías de comunicación. Adicionalmente, se construirían 57 ERM y el City Gate. Las primeras estarían ubicadas aledañas a las vialidades o de las construcciones de las clientes, lo cual no supondría un cambio paisajístico mayor. Y, por otro lado, el City Gate sería una construcción de 500 m^2 de un solo nivel, construido en un área con uso de suelo urbano construido, lo cual no implicaría un contraste en la unidad paisajística.	La ejecución de las actividades constructivas, la presencia de maquinaria y el avance de las actividades de instalación de la tubería tendrían un impacto negativo temporal visual en los sitios de trabajo del proyecto. La presencia y operación de la maquinaria representan un agente extraño al medio ambiente que, en algunos sitios, contrastaría negativamente contra los componentes del medio ambiente, y, en otros, se mimetizaría con el parque vehicular. Si bien las actividades constructivas, como las excavaciones, y la presencia y operación de la maquinaria será de carácter temporal, ligado a la etapa de construcción, existirían señalizaciones para indicar su ubicación y dimensión como medida de prevención de accidentes. Estas señalizaciones representarían una alteración del paisaje de la unidad paisajística representada por la infraestructura urbana, lo cual no implicaría un cambio drástico de la unidad.

Etapa	Factor ambiental	Actividades	Escenarios: posibles y probables
Operación y mantenimiento	Suelo	Durante la etapa de operación de la infraestructura para la distribución de gas será necesario realizar actividades de mantenimiento de la obra civil, entre estas se realizarían actividades de pintado, mantenimiento del sistema de protección (concertina, alambre de púas, malla de alambre y/o herrería), reparación de pisos, tuberías, válvulas, cableado de eléctrico, entre otros. Estas actividades de mantenimiento representan ser generadoras de residuos de manejo especial y peligrosos, los cuales, si no son manejados apropiadamente pueden representar un foco de contaminación y degradación del suelo.	La generación de estos residuos sería en baja cantidad, en sitios muy específicos, el City Gate y las 57 ERM, principalmente, en áreas que el suelo se encuentra cubierto con asfalto o concreto, por lo que la posibilidad de generar afectaciones al suelo es baja, pudiendo generarse dispersión de estos residuos por falta o mal manejo de los residuos que se tengan durante la realización de las actividades de mantenimiento de las instalaciones. Para prevenir este impacto, se tendría bien establecido el procedimiento de mantenimiento, acorde con el tipo de infraestructura, el procedimiento para el manejo de los residuos generados según su tipo, las condiciones de almacenamiento temporal adecuadas y definido el retiro y disposición final de cada tipo de residuo.
	Aire	Para la realización de estas actividades se requeriría de vehículos automotores, tipo familiar, para el traslado de los trabajadores encargados de realizar las actividades anteriormente mencionadas y, en alguno casos camionetas tipo pick-up para el traslado de material para el mantenimiento de la infraestructura mayor. Los vehículos estarían adaptados para usar gas natural como fuente de combustible. Esta fuente de combustible ayuda a reducir la contaminación ambiental generada por el uso de otros combustibles fósiles y el gas LP. El gas natural contiene muy bajas concentraciones de azufre, por lo que sus emisiones de SO_2 son despreciables. Los quemadores de gas natural tienen un proceso de combustión que reducen las emisiones de NOx en comparación con combustibles fósiles, reduciendo hasta un 25% las emisiones por el uso de combustibles fósiles.	No se espera un cambio significativo en las emisiones sonoras, de partículas y gases por la operación de los vehículos necesarios para el mantenimiento de las instalaciones del proyecto. Para ello se considera que el número de vehículos que se demandarían con respecto al parque vehicular actual de la ciudad no es significativo, además de que estos usarían un combustible menos contaminante.

Etapa	Factor ambiental	Actividades	Escenarios: posibles y probables
Abandono	Suelo	El desmantelamiento de la infraestructura instalada para la distribución del gas natural generaría residuos principalmente de los catalogados como residuos de manejo especial. Un mal manejo y falta de recolección apropiada podría generar contaminación.	Un mal manejo en la disposición de los residuos generados ocasionaría contaminación y degradación del suelo en sitios que no cuenten con cobertura. El establecimiento e implementación del plan de manejo de residuos que incluya la separación de los diferentes tipos de residuos, la habilitación de sitios específicos para la disposición temporal de residuos de acuerdo con su tipo y la disposición final diferenciada prevendría la degradación del suelo y la contaminación ambiental que un mal manejo de estos residuos generaría.
	Aire	Para la realización de estas actividades se requeriría de maquinaria y vehículos para el transporte de personal y residuos operando dentro del área y SAR del proyecto, con la salvedad que no todos requerirían estar encendidos al mismo tiempo ni en toda el área del proyecto, sino que estos serían por subetapas y por áreas de distribución de la infraestructura del proyecto por retirar y ubicación de los sitios de disposición de los diferentes tipos de residuos.	El escenario posible sería similar al esperado con la etapa de operación y mantenimiento, solo un poco más intenso por el incremento de personal y vehículos, pero sin representar algo significativo para las actividades de este tipo que se tienen en el SAR. El cambio que se espera en el medio ambiente por las emisiones de gases y de ondas sonoras está asociado principalmente a las emisiones sonoras, incrementado la frecuencia de las emisiones, más no la intensidad, ya que se espera un mayor flujo vehicular y más equipos automotores operando con respecto a la etapa de operación y mantenimiento. Es en esta etapa donde se tendría un mayor número de equipos automotores trabajando y requerimiento de personal, pero sin llegar a la demanda de la etapa de construcción. Considerando que la operación de los equipos y vehículos se da en áreas abiertas y en áreas delimitadas con baja densidad poblacional, se espera una rápida dispersión de las emisiones sonoras, de partículas y gases generadas por las actividades que se realizarían como parte del abandono, sin llegar a ser perceptibles más allá de las áreas de operación.

Etapa	Factor ambiental	Actividades	Escenarios: posibles y probables
	Fauna	La circulación vehicular para el transporte de personal y residuos generados y la operación de la maquinaria y equipos automotores ahuyentaría y limitaría el movimiento de ejemplares de fauna silvestre dentro del área operativa del proyecto, así como en áreas aledañas a este. En este caso, las especies que se verían mayormente afectadas serían los mamíferos y reptiles, en menor grado estarían las aves por su capacidad de desplazamiento.	El cambio sería poco apreciable ya que el proyecto se desarrollaría en áreas totalmente afectadas, sin las condiciones naturales para ser usadas como áreas de refugio, alimentación o reproducción. Por lo que, se considera que los individuos que se observan en las áreas donde se desarrollarían las obras y actividades del proyecto están totalmente adaptados a las condiciones urbanas, en todo lo que esto implica. Durante el desarrollo de las actividades se espera que se encuentren individuos de las especies que mejor se hayan adaptado a las actividades urbanísticas e industriales del área, siendo las aves las prevalecientes por ser estas especies las que más adaptabilidad a la urbanización han mostrado.
	Infraestructura y servicios	Con el desmantelamiento de la infraestructura de distribución de gas natural se pone fin al abastecimiento de un combustible que se obtiene de manera natural, el cual se genera a partir de la descomposición de materia orgánica, siendo menos riesgoso para la población que otras alternativas de combustible de este tipo; y, algo muy importante, se pone fin a un bien primario, amigable con el medio ambiente, con menores emisiones de CO_2 en comparación con los combustibles tradicionales como el gas LP. Al usar gas natural, se aprovecha una energía más limpia, al reducir la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera, con un menor gasto en mantenimiento de equipos, además de que se elimina costos por bombeo (diésel y combustóleo) y de vaporizadores (LP).	En la actualidad no se vislumbra un sustito en el uso del gas como combustible en los hogares y en ciertos procesos industriales, llegando a considerarse el gas natural como un sustituto de algunos combustibles en procesos industriales y del gas LP. La culminación de la vigencia del proyecto implicaría el corte del suministro de una alternativa socialmente aceptable, económicamente viable y ambientalmente sustentable ya que su uso reduce las emisiones de menor cantidad de agentes contaminantes al medio ambiente. La culminación del proyecto reduciría las alternativas de abastecimiento del combustible, falta de competencia en el mercado, lo que podría traer consigo el uso de alternativas menos sostenibles.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas ambientales propuestas

En el capítulo V de este documento se hizo una amplia descripción y análisis de los impactos ambientales potenciales que se generarían por el desarrollo del proyecto. De las 92 relaciones obras y actividades del proyecto con los atributos ambientales que son susceptibles de recibir un cambio, 39 se consideran benéficas y 53 adversas.

De manera general, de los 24 impactos ambientales potenciales identificados a generarse por el desarrollo del proyecto, agrupando las 92 interacciones identificadas en la matriz de Leopold, resultó que 14 se consideran adversos, 13 clasificados como ligeros y solo uno moderado. De los 10 restantes, ocho se consideran benéficos y dos no implican un cambio significativo del estado actual. De los ocho positivos, siete se consideran ligeros y uno moderado.

En el capítulo VI se procedió a describir detalladamente las medidas ambientales para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales identificados, incluyendo a los clasificados como acumulativos ya que no se identificaron impactos residuales por considerar. Varias de estas medidas forman parte de los programas específicos que constituyen el PVA descrito en el capítulo que precede a éste.

Por lo que, en la Tabla VII.2 se describe el escenario ambiental que se espera considerando el desarrollo del proyecto e implementando las medidas ambientales descritas en el capítulo VI. La descripción sigue el orden de la presentación de las medidas ambientales.

Tabla VII.2. Escenario esperado con la implementación de las medidas ambientales propuestas para los impactos ambientales identificados por etapa de desarrollo del proyecto.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
Construcción				
FQ-1	Alteración de las propiedades físicas del suelo	Medida de mitigación: Para mantener la misma composición estructural del perfil del suelo, el relleno de las zanjas debe ser estructural cuando estén localizadas bajo banquetas, pavimentos y otros, incluyendo el relleno de arena previamente compactada. El grado de compactación al momento de cerrar la zanja será el mismo utilizado en la conformación de la base de la carpeta de rodamiento al momento de las construcciones de las vialidades para evitar deformaciones en la carpeta de rodamiento afectada y restaurada. Medida de mitigación: El relleno de la zanja se realizará reutilizando al máximo el material producto de la excavación o, en su caso, con material proveniente de bancos de materiales autorizados, extrayéndose y eliminándose previamente todo tipo de desperdicios orgánicos e inorgánicos, así como piedras y residuos de pavimentos demolidos que por su tamaño impidan una adecuada compactación. El material de excavación que no se reutilice se manejará como residuo de manejo especial y se dispondrá donde la autoridad competente lo determine. En este caso, se debe tener en consideración que la base de la zanja y el relleno alrededor del tubo, hasta una altura de 0.30 m tomada a partir del lomo de la tubería, será de arena que se adquirirá en establecimientos (bancos de materiales) autorizados. El uso de este material tiene la finalidad de garantizar la estabilidad, integridad y operatividad del ducto. El relleno del resto de la zanja se realizará con el material excavado principalmente. Medida de mitigación: El relleno de las zanjas no será estructural cuando estén localizadas bajo jardines y camellones de tierra. En estos casos, el relleno debe estar formado con el mejor material proveniente de la excavación, compactado a no menos de 95% prueba Proctor modificada para la última capa y no menos de 90% prueba Proctor modificada para las capas previas.	Para la instalación de los ductos se cavarían zanjas de ancho y profundidad variable dependiendo del diámetro de la tubería y condiciones del área donde se instalarían los tubos. El zanjeo normal tendrá un ancho de 0.15, 0.20 y 0.30 m, dependiendo del diámetro del tubo, así como una profundidad normal que iría de 0.45 a 0.65 m, según sea suelo rocoso o sin roca, y hasta 0.90 – 1.20 y 2.00 m, en derecho de vía y cruces de ferrocarril, respectivamente. La construcción del City Gate se desplantaría sobre una superficie de 500 m^2 y las ERM sobre 3,990 m^2. La superficie permanente total para el desplante de las obras del proyecto sumaría 18,910.07 m^2, la que podría sufrir mayores alteraciones por las excavaciones profundas que alterarían horizontes del perfil del suelo que no fueron alterados durante la construcción de las obras urbanas.	Con las medidas ambientales propuestas se garantiza la conservación del suelo y sus componentes estructurales que forman su composición física. Al realizar la separación del material excavado, rellanar la zanja acorde las características del sitio y tratarlos acorde las condiciones previas y su entorno, garantiza la funcionalidad operativa de la zona según al uso predominante del sitio. El retiro y disposición apropiada del material sobrante de la excavación, con características apropiadas para su reutilización, garantiza la conservación de un recurso natural no renovable.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
		• Medida de prevención: El suelo producto de la excavación que no sea utilizado en el relleno de las zanjas se dispondrá donde la autoridad estatal, como responsable de fijar las políticas de manejo para los residuos de manejo especial, lo asigne, por ninguna razón se dejará en los sitios de excavación.		
FQ-2	Degradación química del suelo	• Medida de prevención: Los cambios de las propiedades químicas en el suelo están directamente asociados a la contaminación que se puede originar en el área de excavación por contaminación con residuos sólidos urbanos mal manejados que suelen dispersarse en las áreas urbanas y por el riesgo de fugas y derrames de combustibles de los equipos automotores usados para la instalación de la red de tubería, las ERM y el City Gate. Para evitar la contaminación en la zanja con residuos sólidos urbanos dispersos, primero, se evitará dejar abierta una zanja por más de 72 horas. Previo al relleno de la zanja y de restauración del área afectada, se limpiará el área de desechos que hayan caído y serán dispuestos en los sitios habilitados por el servicio de limpia municipal para su recolección. Y, en las áreas de desplante de las ERM y el City Gate, se instalarán contenedores para la disposición temporal, recolección y disposición final de los residuos generados. • Medida de prevención: Previo al inicio de actividades todos los equipos serán sometidos a un mantenimiento general para prevenir posibles fallas mecánicas en las áreas de trabajo, como posibles fugas de líquidos. Y, durante el tiempo de la construcción del proyecto se implementará un programa de mantenimiento de equipos automotores en talleres autorizados existentes en la zona urbana de San Luis Potosí y Villa de Reyes. • Medida de prevención: Cuando se encuentren residuos, sólidos o líquidos, concentraciones de vapores o derrames de sustancias toxicas ajenas al proyecto se deberán suspender los trabajos y avisar a las autoridades competentes. • Medida de prevención: Para evitar posibles derrames de hidrocarburos durante el reabastecimiento directo en el material excavado o dentro de la zanja, establecerá un procedimiento de relleno de depósitos, el cual	Como parte de la instalación de los ductos se generarían residuos que pueden llegar a contaminar el suelo descubierto en las excavaciones. Entre los residuos que se generan y pueden alterar la composición química son sobrantes de cortes del material utilizado en la instalación de los ductos, derrames y fugas accidentales de hidrocarburos de la maquinaria y equipos utilizados, derrame y dispersión incidental de residuos generados durante la aplicación del anticorrosivo, dispersión dentro de la zanja de residuos sólidos generados por los trabajadores y peatones. La construcción, equipamiento y protección de las ERM y el City Gate generaría residuos de manejo especial de diversos tipos, como madera para el cimbrado; chatarra producto del habilitado de acero para las estructuras de soporte, instalación de tuberías y conexiones de acero,	El escenario probable es tener residuos controlados, con la mínima dispersión por el suelo, en frentes de trabajo ordenados y limpios para minimizar los riesgos de trabajo y salud de los trabajadores, previniendo el impacto ambiental. No obstante, se debe considerar que, al tratarse de la fase inicial de un proyecto en desarrollo, este orden y limpieza va acorde con las actividades que se realizan durante el día, pero previo a la conclusión laboral los lugares de trabajo quedan ordenados y limpios.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
		implicaría desde el manejo de hidrocarburos, el relleno de los equipos y las medidas preventivas para evitar derrames. • Medida de mitigación: Todo material contaminado con hidrocarburos, de ser el caso, se recuperará y será manejado como residuo peligroso, el cual se manejará por una empresa autorizada para el manejo, transporte y disposición final de este tipo de residuos.	protecciones, entre otros; cascajo de los procesos constructivos, y plástico. Además de este tipo de residuos, también se generaría residuos sólidos urbanos producto del consumo de los trabajadores, entre los que destacan, por su volumen de producción, los envases de bebidas refrescantes y empaques de productos de consumo.	
FQ-3	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de mitigación: Se implementará un programa de servicio y mantenimiento vehicular que incluya a toda la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto, para, de esta manera, prevenir que no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017). • Medida de mitigación: Los vehículos que transporten material suelto que pueda ocasionar su dispersión durante el traslado será cubierto con una lona. • Medida de mitigación: Todas las válvulas, conexiones y tuberías externas serán sometidas a un programa de mantenimiento y renovación de acuerdo con su desgaste y pérdida de eficiencia operativa para prevenir las fugas y emisiones de metano al medio ambiente.	En el sitio habrá movimiento de equipos, maquinaria pesada y vehículos más intenso, por lo que se producirían y emisiones atmosféricas que molestarían a la fauna silvestre y trabajadores.	Con las medidas planteadas, se espera un escenario en el que la calidad del aire no se vea fuertemente afectada y no se llegue a rebasar los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad oficial mexicana regulatoria. Debido a que la operación de la maquinaria, vehículos y equipos automotores se realizaría en lugares abiertos, en una región con problemas de contaminación solo por la concentración de PM_{10} pocos días al año, no se considera que las emisiones del proyecto vayan a comprometer la

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
				calidad del aire o represente un riesgo para la salud de los trabajadores más allá de lo que actualmente se reporta.
FQ-4	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	• Medida de mitigación: Para evitar alterar en el menor grado posible la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013]. • Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen durante esta etapa del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg. Para el control de esta medida ambienta, se contará con una bitácora del equipo y maquinaria para el registro del calendario y tipo de mantenimiento requerido para los automotores que sean requeridos para el desarrollo del proyecto. • Medida de mitigación: Los vehículos y maquinaria de obra adecuaran su velocidad de forma que las emisiones sonoras producidas sean reducidas en aquellas situaciones en que la actuación simultánea de varios elementos pueda producir emisiones excesivas para el personal empleado. • Medida de mitigación: Para la protección de los trabajadores, en caso de que las emisiones sonoras que se generen durante el proceso de	La operación de los equipos, maquinaria pesada y vehículos, así como la presencia de trabajadores, generarían ruido que molestarían a la fauna silvestre y trabajadores.	El cambio que se espera en el medio ambiente por las emisiones de ondas sonoras, el cual se considera un impacto ambiental acumulativo por el desarrollo de otros proyectos dentro del SAR, está asociado principalmente a las emisiones sonoras incrementado la frecuencia de las emisiones, más no la intensidad. Sin embargo, siendo esta etapa donde se requiere más mano de obra y operación de equipos, las emisiones se darían en áreas abiertas, no serían de alta intensidad, tendiendo a disiparse puntualmente en las áreas de operación y traslado. Además, el impacto al ambiente por las emisiones sonoros por las actividades del proyecto se tendría durante el día, parando

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
		excavación y relleno de zanjas lleguen a rebasar los 90 dB(A), por más de ocho horas de exposición continua, deberán usar su equipo de protección especial como medida preventiva de afectaciones a su salud, en cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-011-STPS-2001.		actividades durante la tarde - noche, lo que no afectaría a especies diurnas que pudieran habitar en el área del SAR.
BE-1; BE-2	• Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre. • Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	• Medida de prevención: Aunque la probabilidad de encontrar fauna silvestre en los sitios de trabajo es muy baja, bajo la consideración de que se trabajaría sobre vialidades, previo al inicio de actividades en los frentes de trabajo se verificará que no existan individuos de fauna silvestre que se puedan ver afectados por el desarrollo de las actividades. En caso de encontrarse algún ejemplar, será ahuyentado o rescatado y reubicado en áreas con características similares del sitio de rescate. Considerando que las aves son el grupo de fauna con mayor abundancia y diversidad en el SAR (22 especies de las 44 especies totales observadas), se considera que el ahuyentamiento será la práctica más común en este caso, ya que es la más eficiente para esta clase. • Medida Preventiva: Se hará del conocimiento de todos los trabajadores, directos e indirectos, de las medidas de protección a la fauna silvestre, la forma de proceder en caso de encontrar ejemplares en las áreas del proyecto y se remarcará la prohibición sobre su aprovechamiento, captura, venta y muerte de individuos presentes en las áreas de trabajo. • Medida de mitigación: Para evitar alterar en mayor grado la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013]. La realización de actividades de la maquinaria, vehículos y equipos automotores estará restringida entre las 10 pm y 6 am, para evitar afectaciones a individuos de especies diurnas y de la población de las áreas aledañas a los frentes de trabajo.	El constante movimiento vehicular para el transporte de personal, materiales e insumos, operación de la maquinaria y equipos automotores, así como el movimiento del personal para la realización de sus actividades ahuyentaría y limitaría el movimiento de ejemplares de fauna silvestre en el área de incidencia directa del proyecto, así como en áreas aledañas a este.	Como se ha mencionado, el proyecto se desarrollaría sobre áreas totalmente alteradas, sin las condiciones adecuadas para la alimentación, refugio y alimentación de una gran diversas especies de fauna silvestre. Sin embargo, desde el trazado de la red de distribución de gas se buscó que fueran áreas totalmente desarrolladas, sobre vialidades, sin cobertura vegetal, para prevenir y mitigar los impactos ambientales a generarse por la construcción del proyecto. Como consecuencia de ello, el área donde se pretende desarrollar el proyecto tiene muy baja, por no decir nula, aptitud y funcionalidad ambiental. Lo anterior, más la intensidad de las medidas a realizar que

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
				afectarían la presencia de fauna silvestre y la implementación de las medidas propuestas, ayudan a mitigar el impacto adverso que se pudiera ocasionar a posibles ejemplares de fauna silvestre.
SC-1	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	• Medida de mitigación: La afectación al paisaje por el desarrollo de proyecto estará dada principalmente por la excavación en las vialidades para la instalación de la red de ductos, la construcción de las ERM y el City Gate, así como por la instalación de las señalizaciones de los ductos. Para mitigar este impacto visual en los frentes de trabajo, el avance será progresivo por líneas de distribución. Un área de trabajo no será abandonada hasta no estar totalmente restaurada, dejándola en condiciones similares, o mejores, a las existentes previo al inicio de las actividades constructivas. • Medida de mitigación: La ruptura de banquetas no se anticipará más de un día al zanjeo. La ruptura de pavimentos no se adelantará más de 6 días al zanjeo. Y estos plazos se respetarán salvo que los requerimientos municipales resulten más exigentes. • Medida de mitigación: En el caso de suspensión de actividades temporales, por fuerza mayor, en un frente de trabajo durante un lapso superior a 48 horas, la zanja deberá quedar perfectamente llena y compactada, o en su lugar, cubierta con placas de acero pesado sujetas adecuadamente con abrazaderas y capaces de soportar tránsito de vehículos. • Medida de mitigación: El arreglo de las banquetas y el pavimento se finalizará tan pronto como sea posible después de finalizar el trabajo, pero no mayor a 48h. • Medida de mitigación: Se proveerá y mantendrá el acceso seguro y adecuado para peatones y vehículos cuando con las obras se pase por delante de hidrantes, colegios, iglesias, puertas, cocheras, estacionamientos públicos o particulares, hospitales, depósitos, fábricas, talleres y establecimientos de naturaleza similar. Para tal efecto se	La apertura de zanjas, la instalación de señalizaciones y la construcción de las ERM y el City Gate implicarían un cambio puntual en la unidad de paisaje.	Durante esta etapa del proyecto habría actividades que, como parte del proceso constructivo, alterarían el medio artificial creado con los desarrollos urbanos, industriales y vialidades que forman parte de la unidad paisajística, alterando el aspecto visual del entorno. Las excavaciones serían afectaciones puntuales y de corto plazo por frente de trabajo. Las señalizaciones, las ERM y el City Gate serían un cambio puntual y de largo plazo, pero poco significativo en la unidad de paisaje, tomando en cuenta que se construirían sobre una unidad de paisaje característica de desarrollos urbanos.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
		colocarán puentes o placas provisionales. El acceso será continuo y sin obstrucciones. • Medida de mitigación: El tipo de señalización que se instale será acorde con lo establecido la NOM-003-ASEA-2016 y tendrá la finalidad de informar, restringir y prevenir sobre las instalaciones del proyecto. La distancia mínima entre cada señalamiento será de 1,000 m para las clases de localización 1 (uno) y 2 (dos), 500 m para la clase de localización 3 (tres) y 100 m para la clase de localización 4 (cuatro).		

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
Operación y mantenimiento				
FQ-5	Degradación química del suelo	• Medida de mitigación: Como parte de las actividades de mantenimiento de la infraestructura, reparación y renovación de válvulas, puntos de interconexión y conexiones, se generarían residuos, entre ellos los clasificados como peligrosos y mínimamente de manejo especial, los cuales se recuperarán y serán manejado de acuerdo con su tipo. Cada tipo de residuos que se produzcan se manejarán por una empresa autorizada para el manejo, transporte y disposición final de residuos.	Durante la etapa de operación de la infraestructura para la distribución de gas será necesario realizar actividades de mantenimiento de la obra civil, entre estas se realizarían actividades de pintado, mantenimiento del sistema de protección (concertina, alambre de púas, malla de alambre y/o herrería), reparación de pisos, tuberías, válvulas, cableado de eléctrico, entre otros.	El escenario esperado es el de contar con prácticas de acopio temporal, manejo, transporte y disposición final de los residuos acorde con el tipo de residuos que se generarían, por lo que las áreas de trabajo (mantenimiento) mantendrían las condiciones adecuadas para prevenir la afectación al medio ambiente por la dispersión de residuos.
FQ-6	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de mitigación: Se implementará un programa de servicio y mantenimiento vehicular que incluya a toda la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto, para, de esta manera, prevenir que no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017).	Para la realización de las actividades de mantenimiento se requeriría de vehículos automotores, tipo familiar, para el traslado de los trabajadores encargados de realizar las actividades y, en algunos casos,	En esta etapa del proyecto no se espera tener un efecto directo en la calidad del aire ya que el parque vehicular y el uso de equipos automotores para la

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
		• Medida de mitigación: Toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes. • Medida de mitigación: Los vehículos que se utilicen en el patrullaje y mantenimiento de la red de ductos, ERM y City Gate usarían gas natural como combustible. El gas natural tiene como ventaja que reduce las emisiones de agentes contaminantes al medio ambiente: entre el 8.6 y 15.8% de las emisiones de CO_2 y entre el 76.0 y 58.3% de las emisiones de NOx, con respecto al diésel y la gasolina. Además, de que sus emisiones de $PM_{2.5}$ y SOx son prácticamente nulas (Asociación Colombiana de Gas Natural, 2018).	camionetas tipo pick-up para el traslado de material para el mantenimiento de la infraestructura mayor.	realización de las actividades no es significativo con respecto al existente en el área bajo estudio. Además, el mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos, además de asegurar que desde el inicio de su operación se encuentren en buen estado mecánico, previenen las emisiones de agentes contaminantes al ambiente derivadas de un deficiente proceso de combustión interna de los hidrocarburos utilizados como fuente de energía. Adicionalmente, el uso de gas natural como combustible para los vehículos ayuda a reducir las emisiones contaminantes al ambiente.
FQ-7	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	• Medida de mitigación: Para evitar alterar en el menor grado posible la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013].		Las emisiones de ruido serían muy focalizadas, generándose las de mayor intensidad en las áreas de trabajo activos (mantenimiento) y en las rutas de traslado del material. Estas emisiones serían durante el día,

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
		• Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen durante esta etapa del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg. • Medida de mitigación: Para el control de esta medida ambienta, se contará con una bitácora del equipo y maquinaria para el registro del calendario y tipo de mantenimiento requerido para los automotores que sean requeridos para el desarrollo del proyecto.		intermitentes, puntuales y dentro de los niveles máximos permitidos por la norma oficial mexicana. Además, es de tener en cuenta que los vehículos de modelos recientes cuentan con silenciadores eficientes que reducen en gran medida las emisiones de ruido durante su operación.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
Abandono				
FQ-8	Degradación química del suelo	• Medida de mitigación: La degradación química del suelo está directamente asociada a la contaminación que se puede originar en el área de desmantelamiento de componentes por contaminación con residuos de manejo especial dispersados por mal manejo al momento del retiro de los componentes de la red de distribución de gas natural, así como por el riesgo de fugas y derrames de combustibles de los equipos automotores usados para el desmantelamiento de las instalaciones de la red de ductos, las ERM, el City Gate y transporte de residuos y del personal. El desmantelamiento de las instalaciones será progresivo, siguiendo el mismo procedimiento al constructivo, formando frentes de trabajo por áreas. Cada área desmontada no será abandonada hasta no dejarla completamente limpia, sin residuos generados por el desmantelamiento. • Medida de mitigación: Previo al inicio de actividades todos los equipos serán sometidos a un mantenimiento general para prevenir posibles fallas mecánicas en las áreas de trabajo, como posibles fugas de líquidos. Y,	El desmantelamiento de la infraestructura instalada para la distribución del gas natural generaría residuos principalmente de los catalogados como residuos de manejo especial. Un mal manejo y falta de recolección apropiada podría generar contaminación.	El desmantelamiento de la infraestructura instalada es generador de residuos del tipo de manejo especial y, potencialmente, algunos clasificados como peligrosos, los que, con la finalidad de mitigar el impacto que estos pudieran tener en la degradación química del suelo y en la contaminación ambiental. Con la implementación del plan de manejo

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
		durante el tiempo del desmantelamiento del proyecto se implementará un programa de mantenimiento de equipos automotores en talleres autorizados existentes en la zona urbana de San Luis Potosí.		integral de residuos, el escenario ambiental esperado es tener áreas de trabajo ordenadas y con el control total de los residuos generados al tratarse de medidas ambientales que son eficientes, de fácil implementación y comúnmente usadas para prevenir y mitigar estos posibles impactos.
FQ-9	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de mitigación: Se asegurará que la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-1999, NOM-042-SEMARNAT-1993 y NOM-045-SEMARNAT-1996), o, en su caso, a la normatividad oficial vigente y aplicable al caso. Para ello, toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes.	Para la realización de estas actividades se requeriría de maquinaria y vehículos para el transporte de personal y residuos operando dentro del área y SAR del proyecto, con la salvedad que no todos requerirían estar encendidos al mismo tiempo ni en toda el área del proyecto, sino que estos serían por subetapas y por áreas de distribución de la infraestructura del proyecto por retirar y ubicación de los sitios de disposición de los diferentes tipos de residuos.	El cambio que se espera en el medio ambiente por las emisiones de gases y de ondas sonoras, el cual se considera un impacto ambiental acumulativo por el desarrollo de otros proyectos dentro del SAR, está asociado principalmente a las emisiones sonoras incrementado la frecuencia de las emisiones, más no la intensidad, ya que se espera un mayor flujo vehicular y más equipos automotores operando. Considerando que la operación de los equipos y vehículos se da en una región con alto flujo vehicular y actividades
FQ-10	Emisión de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	• Medida de mitigación: Para evitar alterar en el menor grado posible la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013]. • Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen durante esta etapa del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos		

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
		en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg.		antrópicas, las emisiones de gases y sonoros al medio ambiente por los vehículos, maquinaria y equipos automotores no sería significativo.
BE-3; BE-4	• Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre. • Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo.	• Medida de prevención: Aunque la probabilidad de encontrar fauna silvestre en los sitios de trabajo es muy baja, bajo la consideración de que se trabajaría sobre vialidades, previo al inicio de actividades en los frentes de trabajo se verificará que no existan individuos de fauna silvestre que se puedan ver afectados por el desarrollo de las actividades. En caso de encontrarse algún ejemplar, será ahuyentado o rescatado y reubicado en áreas con características similares al sitio de rescate. • Medida de prevención: Se hará del conocimiento de todos los trabajadores, directos e indirectos, de las medidas de protección a la fauna silvestre, la forma de proceder en caso de encontrar ejemplares en las áreas del proyecto y se remarcará la prohibición sobre su aprovechamiento, captura, venta y muerte de individuos presentes en las áreas de trabajo. • Medida de mitigación: Para evitar alterar en menor grado la actividad diurna de la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, la mayor actividad se dará entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013]. • Medida de mitigación: En las áreas de desmantelamiento, y durante la construcción de las obras y la realización de actividades que esto implica, la actividad de la maquinaria, vehículos y equipos automotores estará restringida entre las 10 pm y 6 am, para evitar afectaciones a individuos de especies diurnas y de la población de las áreas aledañas a los frentes de trabajo.	La circulación vehicular para el transporte de personal y residuos generados y la operación de la maquinaria y equipos automotores ahuyentaría y limitaría el movimiento de ejemplares de fauna silvestre dentro del área operativa del proyecto, así como en áreas aledañas a este. En este caso, las especies que se verían mayormente afectadas serían los mamíferos y reptiles, en menor grado estarían las aves por su capacidad de desplazamiento.	Considerando el grado de alteración de la zona urbana de San Luis Potosí, el proyecto se desarrollaría sobre áreas totalmente alteradas, sin las condiciones adecuadas para la alimentación, refugio y alimentación de una gran diversas especies de fauna silvestre. Sin embargo, desde el trazado de la red de distribución de gas se buscó que fueran áreas totalmente desarrolladas, sobre vialidades, sin cobertura vegetal, para prevenir y mitigar los impactos ambientales a generarse por la construcción del proyecto. Como consecuencia de ello, el área donde se desarrollaría el proyecto tiene muy baja, por no decir nula, aptitud y funcionalidad ambiental. Lo anterior, más la

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental	Acciones	Escenario con medida
				intensidad de las medidas a realizar que afectarían la presencia de fauna silvestre y la implementación de las medidas propuestas, ayudan a mitigar el impacto adverso que se pudiera ocasionar a posibles ejemplares de fauna silvestre.
EO-8	Oferta de servicios de combustible	• Medida de mitigación: La culminación del servicio de distribución de gas de las redes que comprenden el planteamiento del proyecto por la conclusión de la vigencia del proyecto puede ser, en un momento dado, ampliado de existir las condiciones operativas adecuadas, si la demanda del servicio la respalda y las autoridades autorizan la ampliación del plazo operativo, lo cual se evaluaría en su momento.	Con el desmantelamiento de la infraestructura de distribución de gas natural se pone fin al abastecimiento de un combustible que se obtiene de manera natural, el cual se genera a partir de la descomposición de materia orgánica, siendo menos riesgoso para la población que otras alternativas de combustible de este tipo.	La culminación del proyecto tendría como resultado la conclusión de la generación de los impactos ambientales identificados, tanto adversos como benéficos. Entre los que habría que resultar está la culminación de una fuente de empleo y el de suministro de una fuente alternativa de combustible más amigable con el medio ambiente, generadora de menores emisiones de $C0_2$ en comparación con los combustibles tradicionales como el gas LP.

VII.4 Pronósticos ambientales

La zona urbana y conurbada de San Luis Potosí ha experimentado un acelerado crecimiento en lo que va del presente siglo. Este crecimiento urbano ha involucrado un incremento poblacional impulsado por su desarrollo industrial y productivo de bienes básicos, afectando más al municipio de San Luis Potosí que al de Villa de Reyes.

Este crecimiento urbano de la ciudad se ha hecho a expensas de una disminución de áreas con cobertura vegetal secundaria arbustiva de matorral y de pastizal, principalmente. Este cambio de uso de suelo, además de darse para el desarrollo de áreas urbanas y construcción de vialidades, ha sido para la apertura de más áreas destinadas a la producción de productos agrícolas para satisfacer la demanda de la población. Del 2000 al 2020 en el área del SAR se experimentó una reducción de 4,502.01 ha del área con cobertura de vegetación secundaria arbustiva de matorral, mientras que, en el mismo lapso incrementó la superficie "urbano construida" y destinada a la producción agrícola en 5,869.96 y 2,647.18 ha, respectivamente.

Ubicando el planteamiento del proyecto, considerando todo lo que su ejecución implica, en el contexto regional definido para su desarrollo y área de desplantes, la influencia que este pudiera tener en el proceso evolutivo de áreas prioritarias para la conservación y protección de comunidades vegetales y especies de flora y fauna se puede considerar que sería nula. Como ha quedado ampliamente descrito a través de lo largo de esta MIA-R, la totalidad de las obras y actividades que se pretenden realizar se ubican sobre áreas totalmente alteradas, sobre áreas en las que no se cuenta con cobertura de vegetación forestal y que pudiera funcionar como sitios de alimentación, refugio o reproducción para especies de fauna silvestre.

Al tratarse de áreas urbanas o urbanizadas, el tipo de vegetación que predomina es de tipo ornamental, la cual ha sido plantada con la finalidad ayudar a mejorar el paisaje de la infraestructura urbana, conformar parques para recreación y disfrute de los habitantes y para ayudar a la preservación de algunas especies nativas. Otros tipos de cobertura vegetal en las áreas del proyecto están formados por especies de tipo arvenses y ruderales, formadas por especies principalmente herbáceas, anuales y perenes, que crecen como malezas por falta de mantenimiento en las áreas aledañas a las vialidades, parques, jardines y áreas abandonadas, mismas que no se considera vegetación forestal. Las coberturas de estos tipos de vegetación están presentes, y seguirán creciendo, conforme se vaya dando el crecimiento de las áreas urbanas donde se plantea el desarrollo del proyecto, sin que este tenga alguna influencia sobre la pérdida de la cobertura forestal de las nuevas áreas urbanas y el crecimiento de las superficies con los nuevos tipos de vegetación.

Este crecimiento urbano también tiene un impacto directo sobre los procesos de degradación del suelo, específicamente del tipo de degradación física por pérdida de la función productiva a causa del desarrollo de la cobertura y alteración del perfil de suelo por la construcción de la infraestructura urbana. Este proceso de degradación se da incluso de manera previa a la instalación de los servicios urbanos para satisfacción de la demanda de la población, entre ellos, la instalación para la distribución de gas natural. Por lo que, la participación de este tipo de proyecto en los procesos de degradación del suelo tiende a ser poco significativa al momento que se desarrollan, ya que el mayor daño se da al momento del desarrollo de las nuevas áreas urbanas.

Otra afectación presente en las áreas urbanas donde se pretende desarrollar el proyecto, igual que el resto de las zonas urbanas, es el impacto que tiene el tráfico vehicular en la calidad del aire, tanto en la emisión y concentración de agentes contaminantes como en la alteración del confort sonoro por la emisión de ondas sonoras. Este impacto es significativo en el área del proyecto considerando que entre el 2011 y el 2020 el parque vehicular del municipio

de San Luis Potosí incrementó en 195,632 unidades, pasando de 408,691 a 604,323 vehículos, teniendo una TPCA promedio del 4.41%, representando el 47.75% del parque vehicular del Estado. El municipio de Villa de Reyes solo tuvo el 6.06% del parque vehicular estatal en promedio en el mismo periodo, pasando de 10,102 vehículos en el 2011 a 17,234 en el 2020, sin embargo, su TPCA anual fue superior a la registrada a nivel estatal (4.76%) y que la del municipio de San Luis Potosí, siendo esta del 6.06% en promedio.

Considerando el incremento constante del parque vehicular en las tres entidades mencionada en el periodo analizado, se prevé que este siga creciendo en los siguientes años a la par del creciendo poblacional. Si bien, los nuevos modelos van mejorando en su eficiencia de combustión interna, reducción de las emisiones sonoros y con nuevas alternativas de funcionamiento que reducen significativamente la emisión de agentes contaminantes al medio ambiente, el impacto ambiental que pudiera tener el parque vehicular del proyecto con respecto al impacto generado por el parque vehicular en operación en el SAR no es significante.

En resumen, el crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de San Luis Potosí se prevé que continuará creciendo, siendo la construcción de la infraestructura urbana, de las zonas habitacionales, así como el desarrollo industrial, los principales generadores y causas de impactos ambientales. Por otro lado, la demanda de servicios, como la disponibilidad de combustibles, seguirá creciendo al mismo ritmo que lo hace el crecimiento poblacional y se siga dando el desarrollo industrial regional, sin que su instalación llegue a generar mayores impactos a los generados previamente.

VII.5 Evaluación de alternativas

Para la realización del planteamiento del proyecto no se consideraron otras alternativas en su ubicación, ya que la construcción de la red de distribución de gas natural se planteó con base en la demanda del recurso. Y, las alternativas consideradas estuvieron en función de la ubicación y desplante de los clientes potenciales, ubicando las obras siempre sobre vialidad o áreas ya desarrolladas, que no tuvieran cobertura vegetal forestal y que estuvieran fuera de áreas natural protegidas de carácter federal.

VII.6 Conclusiones

Considerando la construcción y operación de proyecto "**Bajío – San Luis Potosí**", en función del territorio estudiado, la vocación del espacio que lo acoge, la valoración de los impactos ambientales adversos potenciales previstos y las medidas de mitigación propuestas, se prevé que el cambio en el SAR a consecuencia de este proyecto es admisible en términos de ocupación territorial y consumo de recursos.

De la valoración realizada a los impactos ambientales potenciales a generarse, se estimó que existirán impactos positivos de los que, dadas las condiciones socioeconómicas de la zona, han de ser potenciados. Los negativos, al ser prevenidos, mitigados y compensados, se tendrían impactos acumulativos de baja magnitud y significancia, sin haberse identificados impactos ambientales residuales.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene como escenario que:

- El proyecto no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico. Tampoco implica la fragmentación de algún ecosistema y no conlleva riesgos para las poblaciones aledañas, todo lo contrario, implica generación de empleos, directos e indirectos, satisfacción de un servicio a la población de menor impacto ambiental al predominante actualmente en la región, mejorando un ambiente de respeto por el medio ambiente.
- En el presente documento se han propuesto medidas y estrategias tendientes a la prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados, que son técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.

En virtud de lo anterior expuesto, se tiene que el proyecto se considera como ambientalmente viable, compatible con la naturaleza y vocación del sistema ambiental regional en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos vigentes y aplicables para el sitio del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 1
VIII.1 Cartografía 1
VIII.2 Fotografías 3
VIII.3 Memorias 3
VIII.3.1 Resultados de estudios de campo 3
VIII.3.1.1 Resumen de los Trabajos de Campo para el Capítulo IV 3
VIII.3.1.1.1 Flora Silvestre 3
VIII.3.1.1.2 Fauna Silvestre 7
VIII.4 Glosario 12
VIII.5 Referencias bibliográficas 15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VIII 1. Lista de especies de flora silvestre y ornamentales identificadas en el SAR en el cual se inserta el proyecto. 3

Tabla VIII 2. Características de Cupressus lusitanica 7

Tabla VIII 3. Lista de especies de fauna silvestre reportadas en el SAR del proyecto, y su situación de acuerdo con los listados de categoría de riesgo y de especies exóticas invasoras. 8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VIII. 1. Imagen que muestra algunos ejemplos del orden Poales encontrados en el SAR donde se ubicará el proyecto 5

Figura VIII. 2. Imagen que muestra algunos ejemplares del orden Caryophillales encontrados en el SAR donde se ubicará el proyecto 6

Figura VIII. 3. Especies de fauna silvestre y evidencias observadas en el SAR y área del proyecto 11

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente estudio se realizó tomando en cuenta todos los aspectos indicados en la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad Regional recién publicada en el portal de la SEMARNAT **Guías de Impacto Ambiental | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx); Guia MIA-R FINAL 2022.wps (www.gob.mx)** e incorporando los elementos necesarios para dar congruencia y claridad al estudio.

La Manifestación de Impacto Ambiental viene soportada con fotografías, planos, figuras en general y tablas de datos que, para su inmediata referencia han sido incorporados al cuerpo de los Capítulos correspondientes. En el caso de figuras (incluyendo planos) y tablas, al inicio de cada Capítulo se encuentran los índices para su facilidad de consulta.

Además, de manera adjunta se incluyen anexos a los que se puede recurrir para ahondar o confirmar la información manifestada; en especial, la versión digital incluye archivos electrónicos como kml's.

Las metodologías utilizadas son de uso común en la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental y han demostrado su eficacia para la obtención de resultados útiles en la toma de decisiones.

Adicionalmente al soporte técnico mencionado en los párrafos que anteceden, se presenta:

- Glosario de Términos
- Literatura y fuentes consultadas

VIII.1 Cartografía

La cartografía utilizada tiene como base la información con la que cuenta el INEGI para las características edáficas, fisiográficas, climáticas, hidrográficas, etc., mismas que quedaron debidamente referenciadas en el desarrollo del Capítulo IV., a continuación, se presenta el resumen de algunas de las cartas empleadas.

- *Ubicación del SAR definido para el desarrollo del proyecto con respecto a las áreas naturales protegidas de carácter federal más cercanas.*
- *Ubicación del SAR definido para el desarrollo del proyecto con respecto a las áreas naturales protegidas de carácter estatal más cercanas.*
- *Ubicación del SAR y predio del proyecto con respecto a la RTP-98 Sierra de Álvarez.*
- *Ubicación del SAR y predio del proyecto con respecto a las AICA más cercanas.*
- *Ubicación del SAR y predio del proyecto con respecto a la RHP más cercana.*

- *Ubicación del SAR del proyecto con respecto a los sitios RAMSAR más cercanos.*
- *Clasificación climatológica en el SAR delimitado para el proyecto tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García reportada por el INEGI.*
- *Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Ojo Caliente, ubicada en el municipio de Santa María del Río, S.L.P.*
- *Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica San Luis Potosí (DGE), ubicada en el municipio de mismo nombre, S.L.P.*
- *Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Soledad de Graciano, ubicada en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.*
- *Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Zaragoza, ubicada en el municipio de mismo nombre, S.L.P.*
- *Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica San Luis Potosí (SMN), ubicada en el municipio de mismo nombre, S.L.P.*
- *Climograma construido con la base de datos de la estación meteorológica Xoconoxtle, ubicada en el municipio de Zaragoza, S.L.P.*
- *Grado de riesgo por granizo a nivel nacional y en el estado de San Luis Potosí.*
- *Índice de peligro por presencia de ciclones tropicales a nivel nacional y en el estado de San Luis Potosí.*
- *Grado de peligro de presencia de ciclones tropicales a nivel nacional y a nivel del SAR definido para el desarrollo del proyecto.*
- *Mapa de amenaza de inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí.*
- *Mapa de riesgo por inundación en la zona metropolitana de San Luis Potosí.*
- *Distribución de días con presencia de heladas a nivel nacional.*
- *Unidades litológicas presentes en el área de influencia definida para el desarrollo del proyecto.*
- *Tipos de suelos, y su distribución, en el polígono del SAR definido para el desarrollo del proyecto.*
- *Procesos de cambio de uso de suelo para dar paso a las áreas con infraestructura de servicios, asentamientos urbanos y desarrollo industrial en la región del SAR y sitio del proyecto.*
- *Regiones Hidrológico-Administrativas en las que está dividido el territorio nacional.*
- *Ubicación del SAR del proyecto con respecto a las cuencas hidrológicas en que se divide el país.*
- *Cuerpos de agua superficiales que cruzan la ciudad de San Luis Potosí.*
- *Ubicación de las presas construidas en los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes más cercanas al polígono del SAR del proyecto.*
- *Condición de la presa La Cantera durante la época de secas, ubicada en el municipio de San Luis Potosí, en la sierra de San Miguelito.*
- *Ubicación de los sitios de monitoreo de la calidad del agua superficial reportados por la CONAGUA para los municipios de San Luis Potosí y Villa de Reyes, aledaños al SAR.*
- *Ubicación del SAR del proyecto considerando la división territorial nacional de los acuíferos.*

- *Ubicación del SAR con respecto a la distribución de los usos de suelo y vegetación de acuerdo con la carta serie VII del INEGI.*
- *Diferentes usos de suelo identificados en la poligonal del SAR del proyecto.*
- *Condiciones generales del área donde se tiene planteado llevar a cabo el desplante de las obras del proyecto.*

En el **Anexo 4.1** se incluye la Cartografía antes mencionada

VIII.2 Fotografías

En el **Anexo 2.4** se presenta de manera electrónica el compendio fotográfico del recorrido realizado a través de los kilómetros de ductos que integran el proyecto, donde se puede apreciar que las áreas se encuentran previamente impactadas por encontrarse sobre carreteras, caminos, áreas industriales, etc. Cabe reiterar que **ENGIE/Tractebel** en ningún momento realiza remoción de vegetación.

VIII.3 Memorias

VIII.3.1 Resultados de estudios de campo

A continuación, se resume los resultados más destacables de los trabajos de campo realizados.

VIII.3.1.1 Resumen de los Trabajos de Campo para el Capítulo IV

VIII.3.1.1.1 Flora Silvestre

Derivado de los recorridos realizados en la zona donde se pretenden realizar las actividades inherentes al desarrollo del proyecto, como lo son la apertura de las zanjas, las conexiones con los ductos de alimentación y los ramales a las tomas de gas natural, entre otros, se detectó que no será requerido el cambio de uso de suelo de áreas forestales, ya que las obras y actividades que implican el desarrollo del proyecto ocurrirían básicamente en un entorno urbanizado. La instalación de los ductos, construcción de las ERM y del City Gate se realizarán en zonas de vialidades, áreas industriales y agrícolas, donde ya ha sido realizado el cambio de uso de suelo de áreas forestales.

La vegetación que se observó en los recorridos realizados en el SAR donde será desarrollado el proyecto **Bajío – San Luis Potosí**, está constituida mayoritariamente por vegetación característica de entornos urbanizados (especies ornamentales), de orillas de caminos (ruderales) y de áreas de cultivo (arvenses).

Tabla VIII 1. Lista de especies de flora silvestre y ornamentales identificadas en el SAR en el cual se inserta el proyecto.

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría[§]	Invasora[§§]
1	Arecales	Arecaceae	Palma abanico	*Washingtonia filifera*	No	No
2	Asterales	Asteraceae	Gigantón	*Tithonia tubaeformis*	No	No
3			Aceitilla	*Bidens odorata*	No	No
4			Cardo Santo	*Cirsium rhaphilepis*	No	No
5			Diente de león	*Taraxacum officinale*	No	No
6			Acahual, árnica	*Heterotheca inuloides*	No	No
7	Asparagales	Asparagaceae	Lirio persa	*Dietes iridioides*	No	No
8			Yuca	*Yucca filifera*	No	No
9			Agave tequilero	*Agave tequilana*	No	No

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría[§]	Invasora[§§]
10			Maguey pulquero	*Agave salmiana*	No	No
11			Maguey lechuguilla	*Agave lechuguilla*	No	No
12	Brassicales	Brassicaceae	Rabanillo	*Raphanus raphanistrum*	No	No
13		Resedaceae	Acelguilla	*Reseda luteola*	No	No
14	Caryophyllales	Aizoaceae	Dedo moro, planta de hielo	*Carpobrotus edulis*	No	Sí
15		Amaranthaceae	Quelite	*Amaranthus hybridus*	No	No
16		Cactaceae	Garambullo	*Myrtillocactus geometrizans*	No	No
17			Nopal cuijo	*Opuntia engelmannii*	No	No
18			Nopal camueso	*Opuntia robusta*	No	No
19			Órgano	*Stenocereus dumortieri*	No	No
20			Cardón, cardenche	*Cylindropuntia imbricata*	No	No
21		Nyctaginaceae	Bugambilia	*Bougainvillea spectabilis*	No	No
22	Casuarinales	Casuarinaceae	Casuarina	*Casuarina equisetifolia*	No	No
23	Fabales	Fabaceae	Huizache	*Vachellia farnesiana*	No	No
24			Huizache chino	*Vachellia schaffneri*	No	No
25			Mezquite blanco	*Prosopis laevigata*	No	No
26			Mezquite	*Prosopis juliflora*	No	No
27	Gentianales	Apocynaceae	Venenillo	*Cascabela thevetia*	No	No
28	Lamiales	Bignoniaceae	Jacaranda	*Jacaranda mimosifolia*	No	No
29		Lamiaceae	Bola de rey	*Leonotis nepetifolia*	No	Sí
30		Oleaceae	Trueno	*Ligustrum lucidum*	No	No
31			Olivo	*Olea europaea*	No	No
32		Verbenaceae	Cinco negritos	*Lantana camara*	No	No
33	Malphighiales	Euphorbiaceae	Higuerilla	*Ricinus communis*	No	Sí
34	Malvales	Malvaceae	Hierba del negro	*Sphaeralcea angustifolia*	No	No
35			Huinare blanco, malva	*Sida abutifolia*	No	No
36	Myrtales	Myrtaceae	Eucalipto azul australiano	*Eucalyptus globulus*	No	No
37		Lythraceae	Granada	*Punica granatum*	No	No
38	Pinales	Cupressaceae	Ciprés	*Cupressus sempervirens*	No	No
39			Cedro blanco	*Cupressus lusitanica*	Pr	No
40	Poales	Poaceae	Zacate buffel	*Cenchrus ciliaris*	No	Sí
41			Zacate plumoso	*Cenchrus longisetus*	No	No
42			Pasto bermuda	*Cynodon dactylon*	No	No
43			Rabo de gato	*Cenchrus setaceus*	No	No
44			Pasto rosado	*Rhynchelytrum repens*	No	Sí
45			Paragüita morada	*Chloris barbata*	No	No
46			Barbas de indio	*Chloris virgata*	No	No
47			Zacate apestoso	*Eragrostis cilianensis*	No	No
48	Proteales	Proteaceae	Árbol de fuego	*Grevillea robusta*	No	No
49	Ranunculales	Papaveraceae	Chicalote	*Argemone mexicana*	No	Sí
50	Rosales	Rosaceae	Capulín	*Prunus serotina*	No	No
51		Ulmaceae	Olmo chino	*Ulmus parvifolia*	No	No
52	Sapindales	Anacardiaceae	Pirul	*Schinus molle*	No	No
53			Pirul de Brasil	*Schinus terebinthifolius*	No	No

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Categoría[§]	Invasora[§§]
54		Rutaceae	Limón	*Citrus limon*	No	No
55	Solanales	Solanaceae	Tabaquillo	*Nicotiana glauca*	No	No
56			Hierba del sapo	*Solanum rostratum*	No	No

[§] Categoría de riesgo con base en la MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 2019. A = Amenazada, Pr = Protección especial y P = Peligro de extinción.

[§§] Con base en Acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016

En las siguientes fotografías se incluyen algunas de las especies del orden de las Poales y de las especies del orden Caryophyllales, los dos mayormente representados en el SAR.



Cenchrus ciliaris



Cenchrus setaceus



Cynodon dactylon



Rhynchelytrum repens

Figura VIII. 1. Imagen que muestra algunos ejemplos del orden Poales encontrados en el SAR donde se ubicará el proyecto



Carpobrotus edulis



Cylindropuntia imbricata



Opuntia engelmannii



Myrtillocactus geometrizans

Figura VIII. 2. Imagen que muestra algunos ejemplares del orden Caryophillales encontrados en el SAR donde se ubicará el proyecto

Como resultado de los recorridos realizados en la zona del proyecto, dentro la zona urbana se observó un ejemplar de *Cupressus lusitanica* como planta de ornato (por lo que no se llegaría a afectar), siendo esta una especie sujeta a categoría de riesgo, conforme a la *"MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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"*, el cual fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de noviembre de 2019. Su nombre común es, entre otros, cedro blanco, y se encuentra bajo la categoría de riesgo de Protección especial (Pr). **No obstante, cabe aclara que por el desarrollo del proyecto no se afectarán ejemplares de esta especie, ya que las zanjas serán excavadas sobre el arroyo de circulación vehicular**.

Tabla VIII 2. Características de Cupressus lusitanica

Ejemplar: Cedro blanco (*Cupressus lusitanica)*						
Familia	**Género**	**Especie**	**Autor**	**Sinonimia**	**Nombres comunes**	**Categoría de riesgo**
Cupressaceae	*Cupressus*	*lusitanica*	Mill., 1768	*Callitropsis lusitanica*, *Cupressus benthamii* var. *lindleyi*, *Cupressus coulteri*, *Cupressus excelsa*, *Cupressus glauca*, *Cupressus glauca* var. *tristis*, *Cupressus karwinskiana*, *Cupressus lindleyi*, *Cupressus lindleyi* var. *hondurensis*, *Cupressus lindleyi* subsp. *hondurensis*, *Cupressus lusitanica* var. *chlorocarpa*, *Cupressus lusitanica* var. *communis*, *Cupressus lusitanica* var. *epruinosa*, *Cupressus lusitanica* subsp. *genuina*, *Cupressus lusitanica* var. *glauca*, *Cupressus lusitanica* var. *hondurensis*, *Cupressus lusitanica* var. *lindleyi*, *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, *Cupressus lusitanica* subsp. *mexicana*, *Cupressus lusitanica* var. *skinneri*, *Cupressus lusitanica* var. *tristis*, *Cupressus* lusitanica f. *vulgaris*, *Cupressus mexicana*, *Cupressus pendula*, *Cupressus sinensis*, *Cupressus thurifera*, *Cupressus uhdeana*, *Neocupressus lusitanica*, *Neocupressus lusitanica* var. *lindleyi*	cedro, cedro blanco, cedro rojo, ciprés, sabino, tascate, tlatzcan, tlazcán	Pr

Por el contrario, resultó que, de las 56 especies identificadas en el área del SAR, seis se encuentran incluidas en la lista del acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016. Dos de ellas son gramíneas, de la familia de las Poaceae: Zacate buffel (*C. ciliaris*) y el pasto rosado (*R. repens*). Además, chicalote (*A. mexicana*), de la familia Papaveracea; la higuerilla (*R. communis*), de la familia Euphorbiaceae; la bola de rey (*L. nepetifolia*), el cual pertenece a la familia Lamiaceae; y, el dedo moro (*C. edulis*), de la familia Aizoaceae. De las seis especies, el pasto buffel y el pasto rosado resultaron ser las especies de más amplia distribución en el área del SAR.

De lo anterior, se puede concluir que el entorno en el que se desarrollaría el proyecto **Bajío – San Luis Potosí** consistente en áreas urbanizadas y con infraestructura de vías de comunicación, se encuentra poblada por vegetación constituida, mucha de ella, de origen no nativo; ello es debido a la introducción de muchas especies vegetales exóticas con fines de ornato, así como por la invasión de especies clasificadas como arvenses y ruderales.

VIII.3.1.1.2 Fauna Silvestre

La fauna silvestre en el área del SAR es un componente ambiental que ha sido alterado principalmente por dar paso al desarrollo de las actividades agrícolas, asentamientos humanos, construcción de parques industriales y vías de comunicación, como las principales afectaciones. De acuerdo con un análisis SIG realizado en el SAR, de los 36,802.64 ha del polígono, el 24.32% se dedica a las actividades agrícolas, 25.66% tiene un uso de suelo urbano (incluye a las áreas industriales), 1.18% es ocupado por carreteras, 0.70% no cuenta con vegetación ni uso de suelo aparente, esto

implica que el 51.86% del polígono del predio ya no cuentan con la cobertura vegetal que en un momento dado podría funcionar como sitio de alimentación, reproducción, refugio y percheo de la fauna silvestre presente.

Del trabajo efectuado para conocer la diversidad de fauna silvestre presente en el SAR, el cual consistió en revisión de literatura, entrevista a consultores ambientales y pobladores de la región y recorridos de campo en los que se realizaron observaciones directas e indirectas, como búsqueda de huellas, presencia de heces, individuos muertos, nidos y sonidos (vocalizaciones), se obtuvo el listado presentado en la **Tabla VIII.3** En total se registró la presencia de 44 especies de fauna silvestre, pertenecientes a 37 géneros, 25 familias y 12 órdenes.

De las 44 especies, 11 pertenecen a la clase de los mamíferos, mismo número de reptiles y 22 aves. Los mamíferos estuvieron representados por cuatro órdenes, en el que el rodentia tiene cinco familias y seis géneros y especies. El orden Carnívora resultó tener dos familias y tres géneros y especies. El resto de los cuatro ordenes quedaron representados por una familia y mismo número de géneros y especies.

Los reptiles solo tuvieron dos órdenes, el Squamata y el Testudines. El orden Squamata estuvo representado por tres familias seis géneros y 10 especies diferentes. La familia Phrynosomatidae fue las que presentó mayor diversidad con seis especies; en segundo, la familia Colubridae con tres géneros y mismo número de especies, y, finalmente, la familia Teiidae solo tuvo una especie. Por otro lado, el orden Testudines solo estuvo representado por una sola especie, la tortuga de pecho quebrado (*Kinosternon integrum*).

Por último, en la clase de las aves se encontraron seis diferentes órdenes, 12 familias, 19 géneros y 22 especies. El orden Passeriformes fue el que tuvo mayor número de individuos con 13 especies, agrupadas en siete familias y 11 géneros. El orden Columbiformes ocupó el segundo lugar en cuanto a diversidad con cinco especies pertenecientes a cuatro géneros. Los otros cuatro órdenes solo incluyeron una especie, género y familia, cada uno.

Tabla VIII 3. Lista de especies de fauna silvestre reportadas en el SAR del proyecto, y su situación de acuerdo con los listados de categoría de riesgo y de especies exóticas invasoras.

Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Riesgo*	Exótica**
Mammalia	Carnivora	Canidae	Zorra gris	*Urocyon cinereoargenteus*	---	---
		Procyonidae	Cacomixtle norteño	*Bassariscus astutus*	A	---
			Mapache	*Procyon lotor*	---	---
	Didelphimorphia	Didelphidae	Tlacuache norteño	*Didelphis virginiana*	---	---
	Lagomorpha	Leporidae	Conejo serrano	*Sylvilagus floridanus*	---	---
	Rodentia	Cricetidae	Rata algodonera oreja blanca	*Sigmodon leucotis*	---	---
		Geomyidae	Tuza del altiplano	*Cratogeomys goldmani*	---	---
		Heteromydae	Ratón de abazones de Nelson	*Chaetodipus nelsoni*	---	---
			Ratón de abazones sedoso	*Perognathus flavus*	---	---
		Muridae	Ratón casero	*Mus musculus*	---	Sí
		Sciuridae	Ardillón de rocas	*Otospermophilus variegatus*	---	---
Reptilia	Squamata	Colubridae	Alicante	*Pituophis deppei*	A	---
			Culebra chata oriental	*Salvadora grahamiae*	---	---

Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Riesgo*	Exótica**
			Culebra látigo	*Masticophis schotti*	---	---
		Phrynosomatidae	Lagartija espinosa del mezquite	*Sceloporus grammicus*	Pr	---
			Lagartija espinosa de collar	*Sceloporus torquatus*	---	---
			Lagartija espinosa de panza azul	*Sceloporus parvus*	---	---
			Lagartija espinosa mexicana	*Sceloporus spinosus*	---	---
			Lagartija espinosa menor	*Sceloporus minor*	---	---
			Perrilla de arena	*Holbrookia maculata*	---	---
		Teiidae	Huico pinto del noreste	*Aspidoscelis gularis*	---	---
	Testudines	Kinosternidae	Tortuga pecho quebrado mexicana	*Kinosternon integrum*	Pr	---
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla cola roja	*Buteo jamaicensis*	Pr	---
	Cathartiformes	Cathartidae	Zopilote aura	*Cathartes aura*	---	---
	Columbiformes	Columbidae	Huilota común	*Zenaida macroura*	---	---
			Paloma alas blancas	*Zenaida asiatica*	---	---
			Paloma turca de collar	*Streptopelia decaocto*	---	Sí
			Tortolita cola larga	*Columbina inca*	---	---
			Paloma doméstica	*Columba livia*	---	Sí
	Falconiformes	Falconidae	Caracara	*Caracara plancus*	---	---
	Passeriformes	Tyrannidae	Papamoscas cardenalito	*Pyrocephalus rubinus*	---	---
			Papamoscas negro	*Sayornis nigricans*	---	---
			Papamoscas llanero	*Sayornis saya*	---	---
			Papamoscas chico	*Empidonax minimus*	---	---
			Papamoscas amarillo	*Empidonax occidentalis*	---	---
			Tirano chibiú	*Tyrannus vociferans*	---	---
		Icteridae	Zanate	*Quiscalus mexicanus*	---	---
		Fringillidae	Pinzón mexicano§§	*Haemorhous mexicanus*	---	---
		Parulidae	Chipe corona negra	*Cardellina pusilla*	---	---
		Passeridae	Gorrión doméstico	*Passer domesticus*	---	Sí
		Passerellidae	Rascador viejita	*Melozone fusca*	---	---
		Mimidae	Cuicachoche pico curvo	*Toxostoma curvirostre*	---	---
			Centzontle norteño	*Mimus polyglottos*	---	---
	Piciformes	Picidae	Carpintero cheje	*Melanerpes aurifrons*	---	---

* Categoría de riesgo con base en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019. Pr = Protección especia; P = Peligro de extinción y, A = Amenazada.

** De acuerdo con la lista de las especies exóticas invasoras para México publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de diciembre de 2016.

§De acuerdo con el listado de especies en categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, existen subespecies de esta especie en categoría de riesgo, pero se distribuyen en el norte del país.

§§ De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 el pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus) subespecies amplus (Pinzón de Guadalupe), clementis (Pinzón de San Clemente), y mcgregori (Pinzón del Mar de Cortés), se encuentran en categoría de riesgo; sin embargo, no hay evidencia que la especie observada en el SAR pertenezca a alguna de estas subespecies.*



Paloma turca de collar (*Streptopelia decaocto*)



Papamoscas amarillo (*Empidonax occidentalis*)



Pinzón mexicano (*Haemorhous mexicanus*)



Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*)



Papamoscas cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*)



Rastro de conejo (*Sylvilagus floridanus*)

Figura VIII. 3. Especies de fauna silvestre y evidencias observadas en el SAR y área del proyecto

De las 44 especies identificadas, cinco se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la modificación a la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019. De las cinco especies en categoría de riesgo, tres son reptiles, una perteneces a la clase mammalia y otra es un ave. Y, de las cinco, dos se encuentran en categoría de amenazadas (A) y tres en protección especial (Pr), ninguna en la categoría de peligro de extinción (P).

Las especies que se encuentran como amenazadas son la serpiente alicante (*Pituophis deppei*) y el cacomixtle norteño (*Bassariscus astutus*). Y, las especies catalogadas bajo la categoría de protección especial son: la lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*), la tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*) y la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*).

Por lo contrario, también se identificaron especies incluidas en el listado de especies exóticas invasoras para México, aunque solo fueron cuatro de las 44 totales. Las especies identificas fueron: el ratón casero (*Mus musculus*), la paloma turca de collar (*Streptopelia decaocto*), la paloma doméstica (*Columba livia*) y el gorrión doméstico (*Passer domesticus*). En este caso, de acuerdo con el listado, se deben establecer medidas para evitar que estas especies se sigan propagando.

Conclusiones

Derivado del análisis de la flora y fauna detectada en el SAR definido para el desarrollo del proyecto, se tiene, por una parte, la presencia de especies de flora y fauna sujetas a alguna categoría de riesgo, algunas de ellas incluso fueron detectadas de manera directa por el personal encargado de la realización de los estudios de impacto ambiental, durante los recorridos, lo cual denota una gran riqueza de hábitats para el desarrollo de especies tan sensibles. Y, por otra parte, se tienen entornos totalmente urbanizados o en proceso de urbanización acelerada, con vegetación introducida que tiene fines ornamentales principalmente.

Respecto al desarrollo del proyecto, éste no requerirá de la afectación de ejemplares forestales y, dado el caso, solo sería requerida la remoción de vegetación herbácea de tipo arvense y ruderales.

El desarrollo del proyecto no afectaría directamente fauna silvestre terrestre ni acuática, ya que los ductos serán instalados de manera subterránea con sus correspondientes señalizaciones. Asimismo, el promovente del proyecto acatará, de manera comprometida con el ambiente, los lineamientos ambientales que le sean establecidos por la autoridad ambiental con la finalidad de que su desarrollo sea realizado de manera armoniosa con el ecosistema urbano y semiurbano.

VIII.4 Glosario

Acometida: Conjunto de accesorios previos a la ERM que interconecta esta última con el sistema de distribución.

Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios: Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

Área Urbana: Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas.

Brida: Pieza metálica para realizar conexiones mecánicas de tuberías de acero y/o accesorios.

Codo: Accesorio para redireccionar una trayectoria a un ángulo de 45° o 90°.

Coplees: Accesorios para realizar la unión de piezas a la tubería.

Estación de regulación y Medición: Conjunto de instrumentos que filtra, baja la presión de operación y cuantifica el volumen de gas para su entrega al cliente.

Emisión contaminante: La descarga directa o indirecta de toda sustancia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o al actuar en cualquier medio altere o modifique su composición o condición natural.

Equipo de combustión: Es la fuente emisora de contaminantes a la atmósfera, generados por la utilización de algún combustible fósil, sea líquido, sólido o gaseoso.

Estudio de riesgo: Documento que indica escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con un proyecto; descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y el señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental. Se incorpora a la manifestación de impacto ambiental. Se requiere en aquellas actividades que manejan materiales y operan procesos peligrosos con el objeto de identificar el potencial de afectación a la población, a las propiedades y al ambiente, ya sea por su ejecución, operación normal o en caso de accidente. Los estudios de riesgo ambiental incluyen las identificaciones de riesgos en actividades industriales, así como medidas técnicas de seguridad preventivas y correctivas ante contingencias como pueden ser explosiones, incendios, fugas o derrames.

Evaluación de impacto ambiental: Procedimiento a través del cual la autoridad 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. Las obras y actividades a considerar se indican en el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Gases efecto invernadero (GEI): Se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja.

Generación de residuos: Acción de producir residuos peligrosos.

Impacto Ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: 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.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la paliación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como a la comunidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: 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.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Manejo: Alguna o el conjunto de las actividades siguientes; producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final de sustancias peligrosas.

Manejo integral de residuos sólidos: EI manejo integral de residuos sólidos que incluye un conjunto de planes, normas Y acciones para asegurar que todos sus componentes sean tratados de manera ambientalmente adecuada, técnica y económicamente factible y socialmente aceptable. EI manejo integral de residuos sólidos presta atención a todos los componentes de los residuos sólidos sin importar su origen, y considera los diversos sistemas de tratamiento como son: reducción en la fuente, reúso, reciclaje, compostaje, incineración con recuperación de energía y disposición final en rellenos sanitarios.

Manifestación de Impacto Ambiental (MIA): 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.

Material peligroso: Elementos, substancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, toxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

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 restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Metano: Gas compuesto de carbono e hidrógeno, de fórmula CH4, es un hidrocarburo, el primer miembro de la serie de los alcanos.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Parque industrial: Es la superficie geográficamente delimitada y diseñada especialmente para el asentamiento de la planta industrial en condiciones adecuadas de ubicación, infraestructura, equipamiento y de servicios, con una administración permanente para su operación. Busca el ordenamiento de los asentamientos industriales y la desconcentración de las zonas urbanas y conurbadas, hacer un uso adecuado del suelo, proporcionar condiciones idóneas para que la industria opere eficientemente y se estimule la creatividad y productividad dentro de un ambiente confortable. Además, forma parte de las estrategias de desarrollo industrial de la región.

Proceso: EI conjunto de actividades físicas o químicas relativas a la producción, obtención, acondicionamiento, envasado, manejo, y embalado de productos intermedios o finales.

Punto de emisión y/o generación: Todo equipo, maquinaria o etapa de un proceso o servicio auxiliar donde se generan y/o emiten contaminantes. Pueden existir varios puntos de emisión que compartan un punto final de descarga (chimenea, tubería de descarga, sitio de almacenamiento de residuos) y, en algún caso, un punto de emisión poseer puntos múltiples de descarga; en cualquier de estos casos el punto de emisión hace referencia al proceso, a equipo de proceso en que se origina el contaminante de interés.

Recolección de residuos: Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reúso, o a los sitios para su disposición final

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo genera;

Residuo incompatible: Aquel que al entrar en contacto o ser mezclado con otro reacciona produciendo calor o presión, fuego o evaporación; o partículas, gases o vapores peligrosos; pudiendo ser esta reacción violenta.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, toxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;

Residuo peligroso biológico-infeccioso: EI que contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene a puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos y al ambiente, que se generan en establecimientos de atención médica.

Residuos sólidos urbanos (RSU): Aquel que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades urbanas.

Reúso de residuos: Proceso de utilización de los residuos peligrosos que ya han sido tratados y que se aplicarán a un nuevo proceso de transformación u otros usos.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico {incluidos los aspectos culturales} de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Sustancia peligrosa: Aquella que par sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad a acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población a sus bienes.

Sustancia inflamable: Aquella que capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente a par la acción de una chispa.

Sustancia explosiva: Aquella que en forma espontánea a par acción de alguna forma de energía genera gases; liberando calor, presión o radiación en un tiempo muy breve

Tapping tee: Pieza envolvente de una tubería principal que realiza una derivación perpendicular en tubería en operación.

Te: Pieza que sustituye una sección de tubería para realizar una derivación perpendicular.

Transición: Accesorio para realizar unión de PEAD a la entrada de la ERM en acero.

Tubería: Ducto en acero

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la perdida ambiental, principal mente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Válvula: Dispositivo controlador del flujo en un sistema

VIII.5 Referencias bibliográficas

Alanís R., E., Mora O., A., y Marroquín de la F., J. S., 2020. Muestreo ecológico de la vegetación. Universidad Autónoma de Nuevo León. Editorial Universitaria UANL. 252 p.

Batelle – Columbus Laboratories, 1792. Método Batelle – Columbus.- Ventajas y Desventajas. En: file:///D:/Literatura_Ambiental/Impacto_Ambiental/Metodo de EIA_Batelle-Columbus.pdf. Consultado: Abril, 2022.

Bojórquez-Tapia, L.A., Ezcurra, E., y García, O., 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. J Environ Manag 53: 91 – 9.

Canter, L. W., 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnica para la elaboración de estudios de impacto. 2ª. Edición. Edt. McGraw-Hill – Interamericana. Madrid, España. 841 p.

Ceballos, G. y Oliva, G. (Coords.), 2005. Los mamíferos silvestres de México. Conabio/Fondo de Cultura Económica, México D. F. 988 p.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2012. Estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México: Informe final. En: www.researchgate.net/profile/Gloria_Soto2/publication/274053633. Consultado: Marzo, 2022.

Conesa F., V., 2000. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Edt. Mundi Prensa. 3ª Edición. Madrid, España. 412 p.

Cuanalo de la C., H., 1981. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. 2ª edición. Colegio de Posgraduados. Chapingo, Edo. de México. 40 p.

Espinoza, G., 2002. Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo – Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago, Chile. 259 p.

FAO, 2020. Soil testing methods – Global Soil Doctors Programme - A farmer-to-farmer training programme. En: https://www.fao.org/3/ca2796en/ca2796en.pdf. Consultado: Marzo, 2022.

Ferro-Díaz, J., 2015. Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. ECOVIDA 5(1): 139 – 186.

Flores-Villela, O., y García-Vázquez, U. O., 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S467 – S475.

FMCN, CONAFOR, USAID, y USFS, 2018. Manual para trazar la unidad de muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, BIOCOMUNI – Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal – Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. En: https://fonnor.org/wp-content/uploads/2019/02/3.-Manual-de-Monitoreo-de-Fauna.pdf. Consultado: Marzo, 2022.

Forcada D., E., 2000. El impacto ambiental en la agricultura: metodologías y procedimientos. Edt. Analistas Económicos de Andalucía. 323 p.

Fricovsky, B., Jagercikova, L., y Bodis, D., 2016. Rapid Impact Assessment Matrix: Case study for the Sliac Spa. Slovak Geol Mag., 16 (2): 71 – 90.

Gómez – Orea., D., 1999. Evaluación de impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 1ª. Edición. Edt. Mundi – prensa. Madrid, España. 718 p.

Ijäs, A., Kuitunen, M. T., y Jalva., K., 2010. Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. Environmental Impact Assessment Review 30: 82 – 89.

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 205 p.

Jensen, A., y Laursen, K., 1998. Use of the Rapid Impact Assessment Method (RIAM) on the fly ash landfill at the power station Vestkraft I/S in Esbjerg. Danish Envivironmental Protection Agency, 24p.

Karami, M., Ahmadi., H., y Karami, K., 2016. Environmental impacts assessment of construction and utilization phases of tourism projects in Karum Dam IV, Iran. Caspian J. Envrion. Sci 14(2): 165 – 175.

Kuitunen, M., Jalava, K., y Hirvonen K., 2008. Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results. Environmental Impact Assessment Review 28: 312 - 320.

Kumar, A., Dhar, H., Nair, V. V., Rena, R., Govani, J., Arya, S., Bhattacharya, J. K., Vaidya, A. N., y Akolkar, A. B., 2019. Environmental quality monitoring and impact assessment of solid waste dumpsites in high altitude sub-tropical regions. Journal of Environmental Management 252. 109681.

Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hnasha, B. B., y Balsley, J. R., 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey Circular 645.

Mahiny, A. S., Momeni, I, y Karimi, S., 2011. Towards improvements of environmental impact assessment methods – A case study in Golestan Province, Iran. World Applied Sciences Journal 15 (1): 151 – 159.

Mihaiescu, R., Pop, A. I., Muntean, O.L., Mihaiescu, T., Malos, C., Oprea, M. G., Dezsi, S., Ozunu, A., Arguhius, V., Baciu, N., Rosian, G., y Macicasan, V., 2015. The use of rapid impact assessment matrix (RIAM) in assessing the environmental impacts in protected areas: Case study: Mountain glacial lakes areas in Romania. ProEnvironment 8: 629 – 636.

Momeni, I., Mahini, A. S., y Karimi, A., 2011. An introduction to improvement of environmental impact assessment methods in Iran. World Applied Sciences Jorunal 12 (9): 1536 – 1543.

Montes-León, M. A. L., Uribe-Alcántara, E. M., y García-Celis, E., 2011. Mapa nacional de erosión potencial. Tecnología y Ciencia del Agua 11(1): 5 – 17.

Müller, F., y Lenz, R., 2006. Ecological indicators: Theoretical fundamentals of consistent aplications in environmental management. Ecological Indicators 6: 1 – 5.

Muñoz-Pedreros, A., 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural 77: 139 – 156.

OMS, 2006. Guías para la calidad del agua potable: Primer apéndice a la Tercera Edición. En: http://who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_fulll_lowsres.pdf?ua=1.

Pastakia, C.M.R., 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)- A New Tool for Environmental Impact Assessment. K Jensen Olsen & O Fredensborg (eds.), Denmark, pp. 8-19.

Pastakia, C.M.R., y Jensen, A., 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) for EIA. Environment Impact Asses Rev Review 18: 461 – 482.

Pastakia, C.K., y Madsen, A., 1998. Rapid assessment matrix for use in water related projects. Environmental Impact Assessment Review 18: 461-482.

Perevochtchikova, M., 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y Política Pública, XXII (2): 283 – 312.

Ramírez-Pulido, J., Arroyo-Cabrales, J., y Castro-Campillo, A., 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zool. Mex, 21 (1): 21 - 82.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., y Yoder, D. C., 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA, Agriculture Handbook Number 703. 384 p.

USDA, 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Washington, D.C. 82 p.

Valizadesh, S., y Hakimian, H., 2018, Evaluation of waste management options using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix in Birjand, Iran. International Journal of Environmental Science and Technology. Doi.org/10.1007/s13762-018-1713-z.

Von Schiller C., D., S. Ballester E., J. Martínez D., A. Delgado N., M.L. Vivas N. y S. Fernández B. 2003. Indicadores ambientales en el contexto europeo. El Portal de Biología y Ciencias de la Salud: http:// www.biologia.org. p. 10.

WHO, 1999. Guidelines for community noise. Geneva. En: http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf. Consultado: Diciembre, 2021.