ANÁLISIS DE RIESGO
PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

SECCION I PROYECTO

SECCION II PROCESO

PROYECTO
SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL
ENERGÍA MAYAKAN UNIFICADO

ENERGÍA MAYAKAN, S. DE R.L. DE C.V.

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

ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

Índice

I. Descripción del proyecto. 5
A. Fecha programada para el inicio de operaciones. 9
B. Ubicación del proyecto. 10
C. Criterios, normas, códigos, estándares, buenas prácticas, entre otras consideraciones para la elaboración de las bases de diseño del sistema de transporte. 12
D. Accesos (marítimos y terrestres) del sistema de transporte. 32
E. Contratos con compañías externas. 33
F. Autorizaciones oficiales con las que se cuenta. 34
G. Anexo fotográfico. 39
H. Indicar si las actividades a desarrollar se encuentran contempladas o permitidas en los Programas de Desarrollo Urbano municipal, estatal. 39
II. Transporte de gas natural por ductos. 44
A. Sustancia transportada. 44
B. Descripción del sistema de transporte. 45
C. Tipo de recubrimiento anticorrosivo. 56
III. Descripción del proceso. 214
A. Filosofía de operación. 214
A.1. EM Cactus. 218
A.2. Estación de medición EM2. 221
A.3. Estación de medición EM3. 227
A.4. Control de presión y control de flujo en el punto de recepción. 232
A.5. Estación de entrega Campeche. 233
A.6. Estaciones de entrega Mérida II, III y IV. 236
A.7. Estaciones de entrega Valladolid lll, IV y Valladolid CC. 240
A.8. Estaciones de entrega a usuarios (ERM GNC, ERM Clúster Mérida, ERM Mérida West, ERM Pollos y ERM Engie Industrial). 244
B. Criterios técnicos y de diseño del proceso (gasoducto). 248
B.1. Estaciones de medición. 248
B.2. Gasoductos en paralelo (Loops). 253
B.3. Bases de diseño de ingeniería de procesos. 254
B.4. Composición del gas natural. 256
B.5. Criterios de diseño de procesos. 256
B.6. Estaciones de compresión. 258
B.7. Sistema de enfriamiento de gas natural (aeroenfriadores dedicados). 261

B.8. Sistemas de bombeo. 263
B.9. Tanques de almacenamiento. 265
B.10. Servicios auxiliares. 266
C. Materias primas, productos y subproductos 269

Índice de figuras

Figura 1. Representación del Sistema de Transporte de gas natural del proyecto unificado. 11
Figura 2. Diagrama de flujo del sistema de transporte del **Proyecto**. 51
Figura 3. Densidad de gas natural a diferentes presiones**.** 270

Índice de tablas

Tabla 1. Gasoductos y ramales del **Proyecto**. 6
Tabla 2. Infraestructura superficial: estaciones de medición (EM), estaciones de compresión (CS) y estaciones de regulación y medición (ERM). 7
Tabla 3. Válvulas de seccionamiento. 8
Tabla 4. Trampas de diablos del **Proyecto**. 9
Tabla 5. Descripción y tabla de autorizaciones del sistema de transporte (gasoductos). 35
Tabla 6. Descripción y tabla de autorizaciones del sistema de transporte (Ramales e interconexiones). 38
Tabla 7. Análisis de las actividades del proyecto en los Planes de Desarrollo Urbanos. 39
Tabla 8. Composición del gas natural. 44
Tabla 9. Componente / % en peso típico del odorante. 44
Tabla 10. Materiales químicos durante la operación. 45
Tabla 11. Composición del gas en el sistema de transporte. 45
Tabla 12. Ubicación geográfica del **Proyecto**. 52
Tabla 13. Especificaciones de los ductos. 54
Tabla 14. Descripción de los recubrimientos empleados. 57
Tabla 15. Diseño del sistema de protección catódica: Rectificadores. 58
Tabla 16. Diseño del sistema de protección catódica: camas anódicas. 60
Tabla 17. Diseño del sistema de protección catódica: postes de medición de tubo/suelo. 60
Tabla 18. Cruzamientos del **Proyecto**. 74
Tabla 19. Señalamientos. 108
Tabla 20. Instalaciones superficiales: estaciones de compresión (CS). 210

Tabla 21. Instalaciones superficiales: estaciones de medición (EM) y estaciones de medición y regulación (ERM). 210
Tabla 22. Instalaciones superficiales: trampas de envío y/o recibo de diablos y válvulas de seccionamiento. 211
Tabla 23. Requisitos de presión de entrega a las ERM de CFE. 243
Tabla 24. Capacidad de transporte CFE Mérida IV. 254
Tabla 25. Capacidad de transporte CFE Valladolid IV. 254
Tabla 26. Capacidad de transporte ENGIE Mérida Industriales. 254
Tabla 27. Presión de operación en CFE Mérida IV. 255
Tabla 28. Presión de operación en CFE Valladolid IV. 255
Tabla 29. Presión de operación en ENGIE Mérida Industriales. 255
Tabla 30. Temperaturas de operación. 255
Tabla 31. Composición del gas natural. 256
Tabla 32. Criterios de diseño en tuberías fase gas. 256
Tabla 33. Criterios de diseño en tuberías fase líquida. 257
Tabla 34. Criterios de diseño en tuberías de venteo y desfogue. 258
Tabla 35. Tipos de aletas más utilizados. 261
Tabla 36. Velocidad superficial del aire. 262
Tabla 37. Materiales de tubos. 263
Tabla 38. Accesos para tanques. 265
Tabla 39. Conexiones auxiliares de tanques. 265
Tabla 40. Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto. 269
Tabla 41. Cálculo del metano contenido dentro del sistema. 271
Tabla 42. Actividad del sector hidrocarburos (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA). 273
Tabla 43. Resumen de sustancias peligrosas. 273

Anexos

Anexo I.1. Coordenadas del proyecto
Anexo I.2. Dictamen de verificación de operación y mantenimiento
Anexo I.3. Autorizaciones oficiales
Anexo I.4. fotográfico
Anexo I.5. Hojas de datos de seguridad

I. Descripción del proyecto.

Actualmente, el Sistema de Transporte de Gas Natural (**STGN**) **Energía Mayakan** cuenta con una capacidad de 250 MMSCFD, atravesando 37 municipios, en los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche y Yucatán. Parte del municipio de Reforma, Chiapas, siguiendo una trayectoria oeste – noreste sobre su franja de seguridad en los municipios de Jalapa, Centro y Macuspana de Tabasco y Juárez de Chiapas hasta conectarse con la estación superficial de compresión identificada como CS1 en Macuspana, Tabasco. Posteriormente, atraviesa los municipios de Palenque y Catazajá en Chiapas, así como el municipio de Emiliano Zapata, nuevamente en Tabasco. El **Proyecto** continúa en dirección nor-noreste, a través de los municipios de Palizada, Carmen, Escárcega y en dirección norte desde Champotón, Seybaplaya hasta el municipio de Campeche, en el estado de Campeche; y toma rumbo al noreste en Tenabo, Hecelchakán y Calkiní, también estado de Campeche y Halachó, Maxcanú, Kopomá, Chocholá y Umán en el estado de Yucatán. Continúa en dirección este desde Mérida, recorriendo Kanasín, Acanceh, Tixkokob, Seyé, Tahmek, Hoctún, Xocchel, Kantunil, Izamal, Sudzal, Yaxcabá, Tinum y Uayma hasta llegar a Valladolid, también en Yucatán.

El sistema referido actualmente se conforma por la operación de los proyectos Cuxtal Fase I, Ducto de Gas Natural Nuevo Pemex – Ciudad Pemex y Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida – Valladolid, así como los ramales e interconexiones necesarias para el suministro de gas natural a los usuarios finales de la Península de Yucatán.

En ese sentido, la Comisión Federal de Electricidad en su sector Energía (**CFE Energía**) en alianza con **ENGIE,** tenedora principal de **Energía Mayakan,** han planteado una solución al problema mediante el desarrollo estratégico del proyecto **"Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado"** (en adelante el **Proyecto**) a fin de incrementar la capacidad de transporte de gas natural desde el gasoducto de Texas, Estados Unidos de América hasta la Península de Yucatán en sus centrales de Mérida y Valladolid, Yucatán para movilizar de 250 MMSCFD a 511.58 MMSCFD[1].

De esta manera, el **Proyecto** quedará integrado como un solo sistema conformado de la siguiente manera:

- **Sección 1**. Gasoducto derivado de la **EM** Cactus, con llegada a la **EM** 2 (anteriormente denominado Cuxtal Fase I). Para lo cual se requerirá la modificación de la **EM** Cactus.
- **Sección 2**. Ducto de interconexión del **CPGNP** a **EM2**, gasoducto derivado de **EM2** con llegada a la **EM3** y, finalmente, a la estación **CS1** (anteriormente denominado Ducto de Gas Natural Nuevo Pemex-Ciudad Pemex). Para lo cual se requerirá la ampliación de la **EM2**, la reconfiguración de la **EM3** y el rediseño de **CS1**.
- **Sección 3**. Gasoducto de interconexión de la **EM** Cd. Pemex del **CPGCP** a estación **CS1** y gasoducto

[1]Dentro de este flujo se incluye el gas combustible.

derivado de **CS1** con llegada a la estación **CS2** (anteriormente denominado Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida - Valladolid). Para lo cual se requerirá la incorporación de un gasoducto de 20" denominado *loop* 1 de 263.224 kilómetros de longitud, la repotenciación de **CS2** y el reforzamiento de 7.5 kilómetros de longitud del ducto existente.

- **Sección 4**. Gasoducto derivado de la estación **CS2** hacia a la trampa de diablos Mérida y ramales existentes para suministro a los usuarios del sistema (anteriormente denominado Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida – Valladolid). Para lo cual se requerirá la incorporación de un gasoducto de 24" denominado *loop* 2 de 269.775 kilómetros de longitud, la repotenciación de **CS2** y el reforzamiento de 7.9 kilómetros de longitud del ducto existente.
- **Sección 5.** Gasoducto derivado de trampa de diablos Mérida hacia a la **EM** Mérida II y ramales existentes para suministro a los usuarios del sistema. Para lo cual se requerirá la incorporación de un gasoducto de 16" denominado *loop* 4 de 3.5 kilómetros de longitud, así como dos nuevas estaciones de medición denominadas **CFE** Mérida IV y Engie Mérida Industrial.
- **Sección 6**. Gasoducto derivado de trampa de diablos Mérida con llegada a la **EM** Valladolid III y ramales existentes para suministro a los usuarios del sistema (anteriormente denominado Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida – Valladolid). Para lo cual se requerirá la incorporación de un gasoducto de 24" denominado *loop* 3 de 160.462 kilómetros de longitud, la instalación de una nueva estación de medición denominada **EM CFE** Valladolid IV, así como el reforzamiento de 1.6 kilómetros de longitud del ducto existente.

La infraestructura con que se integra el proyecto es la siguiente:

Tabla 1. Gasoductos y ramales del **Proyecto**.

Gasoductos	Diámetro (pulgadas)	Longitud (km)	FLUJO (MMSCFD)
SECCIÓN I (EM CACTUS – EM2)	36	14 +359	511.58
SECCIÓN II (EM2 – EM3/CS1)	30	79 + 408	511.58
GASODUCTO CPGNP	30	0 + 165	300
GASODUCTO CPGNCDP	24	5 + 064	300
SECCIÓN III EM3/CS1 – CS2)	24	261 + 755	310.17
LOOP1	20	263 + 224	197.3
RAMAL CFE CC CAMPECHE	10	1 + 100	46
SECCIÓN IV (CS2 – TRD MERIDA)	22	266 + 29	202.5

Gasoductos	Diámetro (pulgadas)	Longitud (km)	FLUJO (MMSCFD)
LOOP 2	24	269 + 775	256.5
RAMAL GNC	4	0 + 730	7.7
SECCIÓN V (TRD MERIDA – MERIDA IV)	16	3 + 043	101.5
LOOP 4	16	3 + 535	97.7
RAMAL MERIDA II	12	1 +601	19
RAMAL MERIDA III	10	3 + 575	75
RAMAL MERIDA WEST	10	-	7.5
SECCIÓN VI (TRD MERIDA –VALLADOLID IV)	16	160 + 462	102.1
LOOP 3	16	160 + 462	150
RAMAL CLUSTER MÉRIDA	4	3 + 377	1.5
RAMAL POLLOS	2	0 + 200	0.6
RAMAL CFE VALLADOLID CC	12	0 + 500	17
RAMAL CFE VALLADOLID III	12	0 + 350	83

Tabla 2. Infraestructura superficial: estaciones de medición (EM), estaciones de compresión (CS) y estaciones de regulación y medición (ERM).

INFRAESTRUCTURA	FLUJO (MMSCFD)
EM CACTUS	511.58
EM2	511.58
EM3	511.58
CS1	507.47 transporte
	4.1 consumo
ERM CFE CC CAMPECHE	46
CS2	459 transporte
	2.47 consumo
ERM GNC	7.7
TRD MERIDA	451.3
ERM CFE MERIDA II	19

INFRAESTRUCTURA	FLUJO (MMSCFD)
ERM CFE MERIDA III	75
ERM CFE MERIDA IV	85
ERM ENGIE INDUSTRIAL	12.7
ERM MERIDA WEST	7.5
ERM CLUSTER MERIDA	1.5
ERM POLLOS	0.6
ERM CFE VALLADOLID CC	17
ERM CFE VALLADOLID III	83
ERM CFE VALLADOLID IV	150

Tabla 3. Válvulas de seccionamiento.

Ducto	VÁLVULA	CARACTERÍSTICAS	Ducto	VÁLVULA	CARACTERÍSTICAS
Existente	MLV 2-1	CSBP	Nuevo	MLV 2-2	CSBP
Existente	MLV-1	CSBP	Nuevo	MLV-01A	CSBP
Existente	MLV-2	CSBP	Nuevo	MLV-02A	CSBP
Existente	MLV-3	CSBP	Nuevo	MLV-03A	CSBP
Existente	MLV-4	CSBP	Nuevo	MLV-04A	CSBP
Existente	MLV-5	NCSBP	Nuevo	MLV-05A	CSBP
Existente	MLV-6	NCSBP	Nuevo	MLV-06A	CSBP
Existente	MLV-7	NCSBP	Nuevo	MLV-07A	CSBP
Existente	MLV-8	NCSBP	Nuevo	MLV-08A	CSBP
Existente	MLV-9	CSBP	Nuevo	MLV-09A	CSBP
Existente	MLV-10	CSBP	Nuevo	MLV-10A	CSBP
Existente	MLV-11	CSBP	Nuevo	MLV-11A	CSBP
Existente	MLV-12	CSBP	Nuevo	MLV-12A	CSBP
Existente	MLV-13	CSBP	Nuevo	MLV-13A	CSBP
Existente	MLV-14	CSBP	Nuevo	MLV-14A	CSBP
Existente	MLV-15	NCSBP	Nuevo	MLV-15A	CSBP
Existente	MLV-16	CSBP	Nuevo	MLV-16A	CSBP
Existente	MLV-17	CSBP	Nuevo	MLV-017A	CSBP
Existente	MLV-18	NCSBP	Nuevo	MLV-18A	CSBP

Ducto	VÁLVULA	CARACTERÍSTICAS	Ducto	VÁLVULA	CARACTERÍSTICAS
Existente	MLV-19	NCSBP	Nuevo	MLV-19A	CSBP
Existente	MLV-20	CSBP	Nuevo	MLV-20A	CSBP
Existente	MLV-21	NCSBP	Nuevo	MLV-21A	CSBP

CSBP: Cuenta con switch de baja presión.

NCSBP: No cuenta con switch baja presión.

Tabla 4. Trampas de diablos del **Proyecto**.

INFRAESTRUCTURA	ORIGEN
TED CACTUS	ENVÍO
TRD EM2	RECEPCIÓN
TED EM2	ENVÍO
TRD EM3	RECEPCIÓN
TRD CS1	RECEPCIÓN
TED CS1	ENVÍO
TRD CS2	RECEPCIÓN
TED CS2	ENVÍO
TRD MERIDA (CS3)	RECEPCIÓN
TED MÉRIDA (CS3)	ENVÍO
TRD VALLADOLID	RECEPCIÓN

A. Fecha programada para el inicio de operaciones.

El sistema de transporte fue construido en etapas teniendo como fecha de inicio de operaciones las siguientes:

Gasoductos

- Cuxtal Fase I con diámetro de 36" Ø inició operaciones en agosto 2020.
- La sección con diámetro de 30" Ø inició operaciones en abril de 2015.
- Las secciones con diámetro 24" Ø, 22" Ø y 16" Ø inició operaciones en septiembre de 1999.
- Loop 1 de 20" Ø, Loop 2 de 24" Ø, Loop 3 de 24" Ø y Loop 4 de 16" Ø iniciará operaciones en el año 2025.

B. Ubicación del proyecto.

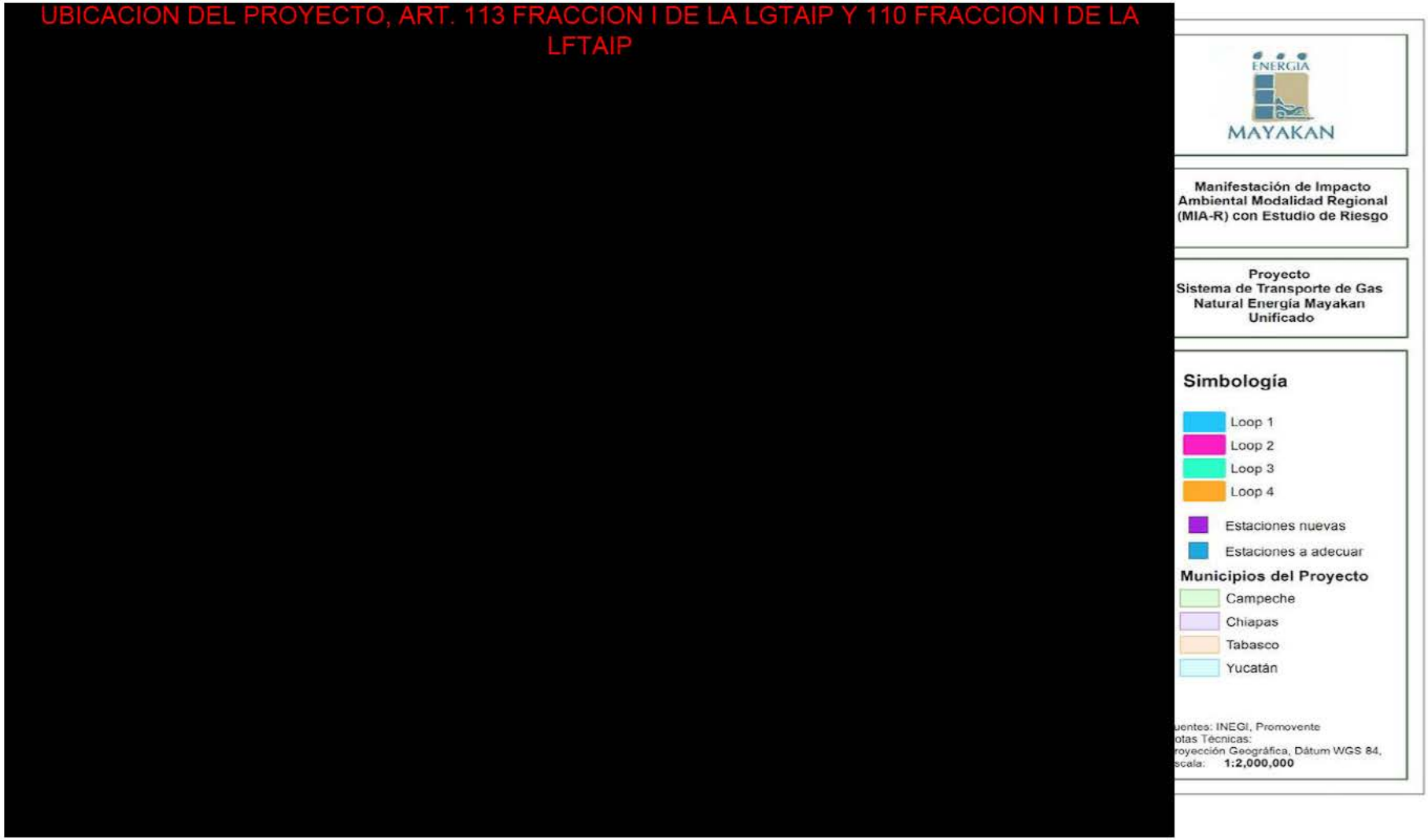
El **Proyecto** atraviesa 37 municipio COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP che y Yucatán. Parte del municipio de Reforma, Chiapas, en l siguiendo una trayectoria oeste – noreste en su franja de seguridad en los municipios de Jalapa, Centro y Macuspana en Tabasco y Juárez de Chiapas hasta conectarse con la estación superficial de CS1 en Ciudad Pemex. Posteriormente, atraviesa los municipios de Palenque y Catazajá en Chiapas, así como el municipio de Emiliano Zapata, nuevamente en Tabasco.

El **Proyecto** continúa en dirección nor-noreste, a través de los municipios de Palizada, Carmen, Escárcega y en dirección norte desde Champotón, Seybaplaya hasta el municipio de Campeche, en el estado de Campeche; y toma rumbo al noreste en Tenabo, Hecelchakán y Calkiní, también estado de Campeche. Sigue por Halachó, Maxcanú, Kopomá, Chocholá y Umán en el estado de Yucatán. Continúa en dirección este desde Mérida, Kanasín, Acanceh, Tixkokob, Seyé, Tahmek, Hoctún, Xocchel, Kantunil, Izamal, Sudzal, Yaxcabá,

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

En el **Anexo I.1** se presentan las coordenadas de ubicación de los ductos y los archivos vectoriales del **Proyecto**.

Figura 1. Representación del Sistema de Transporte de gas natural del proyecto unificado.



C. Criterios, normas, códigos, estándares, buenas prácticas, entre otras consideraciones para la elaboración de las bases de diseño del sistema de transporte.

El sistema de transporte fue construido e instalado de conformidad con lo establecido en la normatividad, estándares y códigos aplicables en su momento para el desarrollo de la ingeniería de diseño. Actualmente, el sistema de transporte se encuentra atendiendo lo establecido en la *Norma Oficial Mexicana* ***NOM-007-ASEA-2016,*** *Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos*. Se considera necesario hacer del conocimiento de la Agencia que las instalaciones que actualmente están en operación cuentan con Dictamen de Verificación de Operación y Mantenimiento bajo la citada norma, dentro del cual no se levantaron no conformidades. **Ver Anexo I.2 Dictamen de verificación de operación y mantenimiento**

Para las obras nuevas de los gasoductos denominados loops, éstos serán diseñados conforme a lo establecido en la norma en referencia.

Cabe señalar, que el **"Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado"** cumple además con las siguientes normas y requerimientos en su diseño.

American Association of State Highway Transportation Officials.

- Standard Specification for Highway Bridges.
- Guide Specification for Highway Construction.

American Society of Mechanical Engineers (ASME).

- B16.1 Gray Iron Pipe Flanges and Flanged Fitting
- B16.5 Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings
- B16.9 Factory-Made Wrought Steel Buttwelding Fittings.
- B16.10 Face to Face and End to end dimensiones valves
- B16.11 Forged Steel Fittings, Socket-Welding and Threaded.
- B16.20 Metallic Gaskets for Pipe Flanges: Ring-Joint, Spiral-Wound, and Jacketed.
- B16.34 Valves - Flanged, Threaded, and Welding End.
- B31.1 Power Piping.
- B31.2 Fuel Gas Piping
- B31.3 Tuberías de Proceso de Refinarías y Plantas Químicas.
- B31.8 Code for Pressure Piping, Gas Transmission and Distribution Piping Systems Chapter VIII Boiler and Pressure Vessel Code.

- B31.9 Building Services Piping.
- B36.10M Welded and seamless wrought steel pipe.
- B36.19M Stainless Steel Pipe.
- SECCIÓN VII DIV 1 Diseño, construcción e inspección de recipientes a presión
- Section VIII DIV 1 Code for Boilers and Pressure Vessels.
- Section V Non-destructive Inspection.
- Section IX Welding and Brazing Qualifications
- A 694 Standard Specification for Forgings, Carbon and Alloy Steel, for Pipe Flanges, Fittings, Valves and Parts for High Pressure Transmission Service.
- PTC 1 Performance Test Code - General Instructions.
- PTC 10 Performance Test Code for Compressors and Exhausters. PTC 22 Performance Test Code for Gas Turbine Power.

American National Standards Institute (ANSI).

- ANSI B16.10 Face to Face and End to End Iron Valve Dimensions.
- ANSI B40.1 Gauges – Pressure Indicating Dial Type – Elastic Elements.
- ANSI C2 National Electrical Safety Code
- ANSI/TIA/EIA-607 Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications.

American Petroleum Institute (API).

- 5L Specifications for Line Pipe,
- RP 5L1 Recommended Practice for Railroad Transportation of Line Pipe
- RP 5L2 Recommended Practice for Internal Coating of Line Pipe for Non-Corrosive Gas Transmission Service
- 6D (spec.) Specification for Pipeline Valves,
- 6D (supl.) Supplement 1,
- RP 1102 Steel Pipelines Crossing Railroads and Highways.
- 1104 Standard for Welding of Pipelines and Related Facilities.

- RP 2201 Safe Hot Tapping Practices in the Petroleum and Petrochemical Industries.
- 598 Valve Inspection and Testing.
- RP 1110 Recommended Practice for the Pressure Testing of Steel Pipelines for the Transportation of Gas, Petroleum Gas, Hazardous Liquids, Highly Volatile Liquids, or Carbon Dioxide.
- RP 11PGT Recommended Practice for Packaged Combustion Gas Turbines.
- 12K Specification for Indirect Type Oil-Field Heaters.
- RP-500 Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities.
- RP-520 Recommended Practice for the Design and Installation of Pressure -Relieving System in Refineries.
- RP-521 Guide for Pressure Relief and Depressuring Systems.
- API 526 Flanged steel pressure relief valves
- API 527 Seat Tightness of Pressure Relief Valves
- API RP-551 Process Measurement Instrumentation
- API RP 553 Refinery Control Valves,
- API RP 554, PART 3 Parts Process Instrumentation and Control.
- 614 Lubrication, Shaft-Sealing, and Control-Oil Systems for Special-Purpose Applications.
- Gas Turbines for Refinery Services.
- Centrifugal Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Service Industries.
- 670 Vibration, Axial Position, and Bearing Temperature Monitoring Systems Third Edition. 671 Special-Purpose Couplings for Refinery Service.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

- M147 Standard Specification for Materials for Aggregate and Soil-Aggregate Subbase, Base and Surface Courses.
- Roadside Design Guide (2011) American Association of State Highway and Transportation Officials.

American Concrete Institute (ACI).

- ACI 301 Specification for Structural Concrete for Buildings.

- ACI 305R Hot Weather Concreting.
- ACI 311.1R ACI Manual of Concrete Inspection Eighth Edition.
- ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete. ACI 347R Recommended Practice for Concrete Formwork.
- ACI 347 Práctica recomendada para el cimbrado de concreto.

American Gas Association (AGA).

- A.G.A. B109.1 Diaphragm Type Gas Displacement Meters (under 500 Cubic Feet Per Hour Capacity) Third Edition.
- A.G.A. B109.2 Diaphragm Type Gas Displacement Meters (500 Cubic Feet Per Hour Capacity and over) Third Edition.
- A.G.A. B109.3 Rotary Type Gas Displacement Meters.
- AGA Report No.3 Orifice Metering of Natural Gas Part 1: General Equations and Uncertainty Guidelines, Includes Errata
- AGA Report No. 5 Natural Gas Energy Measurement
- AGA Report No.8 Compressibility and Supercompressibility for Natural Gas and Other Hydrocarbon Gases (1994)
- AGA Report No.9 Measurement of Gas by Multi-Path Ultrasonic Meters (2007).
- AGA Report 10 Speed of Sound in Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Gases.

American Institute of Steel Construction (AISC).

- AISC Manual of Steel Construction, Eighth Edition.
- AISC Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges.
- AISC Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings, with Supplements Nos. 1, 2, and 3.
- AISC Specifications for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts, approved by Research Council on Riveted and Bolted Structural Joints of Engineering Foundation.

Air Moving and Conditioning Association (AMCA).

- AMCA 200 Air Systems.

- AMCA 200-3 AMCA Fan Application Manual.
- AMCA 201 Fans and Systems Manual - Fans and Systems.
- AMCA 302 Application of Sone Ratings for Non-Ducted Air Moving Devices.
- AMCA 303 Application Sound Power Level Ratings for Fans.
- AMCA 501 Application Manual for Air Louvers.
- AMCA 502 Damper Application Manual.
- AMCA 261 Directory of Products Licensed to Bear the AMCA Certified Ratings Seal.
- AMCA 311 Certified Sound Ratings Program for Air Moving Devices.
- AMCA 511 Certified Ratings Program for Air Control Devices. AMCA 99 Standards Handbook.
- AMCA 210 Laboratory Methods of Testing Fans for Rating.
- AMCA 301 Methods for Calculating Fan Sound Ratings from Laboratory Test Data.
- AMCA 330 Laboratory Method of In-Duct Sound Power Measurement Procedure for Fans (ASHRAE 68-86). AMCA 500 Test Methods for Louvers, Dampers and Shutters.
- AMCA 9 How To Assure Fan Performance.
- AMCA 410 Recommended Safety Practices for Air Moving Devices.

American Society of Civil Engineers.

- ASCE 7 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.

American Society for Testing and Materials (ASTM).

- ASTM A6 Standard Specifications for General Requirements for Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling, and Bars for Structural Use.
- ASTM A36 Specification for Structural Steel.
- ASTM A53 Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped Zinc-Coated Welded and Seamless Pipe.
- ASTM A82 Specification for Cold-Drawn Steel Wire for Concrete Reinforcement.
- ASTM A105 Forged Fittings, Carbon Steel, for Pipe Components.
- ASTM A108 Specification for Steel Bars, Carbon, Cold Finished Standard Quality.

- ASTM A123 Zinc for (Hot Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed and Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strips.
- ASTM A153 Specification for Zinc Coating (Hot Dip) on Iron and Steel Hardware.
- ASTM A184 Specification for Fabricated Deformed Steel Bar Mats for Concrete Reinforcement.
- ASTM A185 Specification for Welded Steel Wire Fabric for Concrete Reinforcement.
- ASTM A283 Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates Shapes and Bars.
- ASTM A307 Specification for Carbon Steel Externally and Internally Threaded Standard Fasteners.
- ASTM A325 Specification for High Strength Bolts for Structural Steel Joints, including Suitable Nuts and Plain Hardened Washers.
- ASTM A490 Specifications for Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM A496 Specification for Steel Wire, Deformed, for Concrete Reinforcement.
- ASTM A500 Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structure Tubing in Rounds and Shapes.
- ASTM A501 Specification for Hot Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing.
- ASTM A 518 Corrosion Resistant High Silicon Iron Castings (Grade 3).
- ASTM A569 Specification for Steel Carbon (0.15 Maximum Percent), Hot-Rolled Sheet and Strip, Commercial Quality.
- ASTM A615 Specification for Deformed and Plain Billet- Steel Bars for Concrete Reinforcement.
- ASTM B 418 Cast and Wrought Galvanic Zinc Anodes (Type II).
- ASTM C31 Making and Curing Concrete Aggregates.
- ASTM C33 Specification for Concrete Aggregates.
- ASTM C39 Test for Compressive Strength of Cylindrical Specimens.
- ASTM C94 Specification for Ready-Mixed Concrete.
- ASTM C150 Specification for Portland Cement, 1985.
- ASTM C171 Specification for Sheet Materials for Curing Concrete.
- ASTM C260 Specification for Air Entraining Admixtures for Concrete.

- ASTM C309 Specification for Liquid Membrane - Forming Compounds for Curing Concrete.
- ASTM C494 Specification for Chemical Admixtures for Concrete.
- ASTM F959 Standard Specification for Compressible - Washer - Type Direct Tension Indicators for Use with Structural Fasteners.
- ASTM A20/A20M REV A Steel Plates for Pressure Vessels E1-1996.
- ASTM G 57 Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four Electrode Method.

American Welding Society (AWS) Structural Welding Code (AWS D1.1)

- AWS WHB-1 Welding Technology (Welding Handbook, Volume 1).
- AWS WHB-2 Welding Handbook Volume 2 Eighth Edition (Welding Handbook, Vol. 2).

Asphalt Institute Manuals.

- AI MS-4 Asphalt Handbook.
- AI MS-5 Introduction to Asphalt Eighth Edition.
- AI MS-6 Asphalt Pocketbook of Useful Information Sixth Edition.
- AI MS-10 Soils Manual for the Design of Asphalt Pavement Structures Fifth Edition.

Electronic Industries Association (EIA).

- EIA CB-12 Gold Plating Study Test Report.

Expansion Joint Manufacturers Association (EJMA).

- EJMA 1 Practical Guide to Expansion Joints.
- EJMA 2 Standards of the Expansion Joint Manufacturers Association, Inc.; Sixth Edition.

Factory Mutual (FM).

- Factory Mutual Property Loss Prevention Resources Catalog.

Flow Control Institute (FCI).

- FCI 68-1 Procedure in Rating Flow and Pressure Characteristics of Solenoid Valves for Gas Service.
- FCI 68-2 Procedure in Rating Flow and Pressure Characteristics of Solenoid Valves for Liquid Service.
- FCI 70-1 Standard Terminology and Definition for Filled Thermal Systems of Remote Sensing Temperature Regulators. FCI 70-2 Quality Control Standard for Control Valve Seat Leakage.

- FCI 73-1 Pressure Rating Standard for "Y" Type Strainers.
- FCI 74-1 Spring-Loaded Lift Disc Check Valve.
- FCI 75-1 Test Conditions and Procedures for Measuring Electrical Characteristics of Solenoid Valves (R 1991).
- FCI 78-1 Pressure Rating Standard for Pipeline Strainer Other Than "Y" Type.
- FCI 78-2 Procedural Standard for Approval, Adoption and Release of FCI Standards.
- FCI 79-1 Proof of Pressure Ratings for Pressure Reducing Regulators (R 1993).
- FCI 79-2 Guide for Content and Format of FCI Standards.
- FCI 81-1 Proof of Pressure Ratings for Temperature Regulators (R 1993).
- FCI 84-1 Metric Definition of the Valve Flow Coefficient Cv.
- FCI 86-1 Standard Solenoid Valve Terminology and Nomenclature.
- FCI 86-2 Regulator Terminology.
- FCI 87-2 Power Signal Standard for Spring-Diaphragm Actuated Control Valves (R 1994).
- FCI 89-1 Guide for Selection, Installation and Maintenance of Pipeline Strainers.
- FCI 89-2 Terminology Standard for Pressure Switches and Differential Switches.
- FCI 91-1 Standard for Qualification of Control Valve Stem Seals to Most EPA Emission Guidelines for Volatile Organic Compounds.

Fluid Sealing Association.

- Non-Metallic Gasketing.
- Compression Packings.
- Metallic Gaskets.
- Ducting Systems Non-Metallic Expansion Joints.
- Non-Metallic Expansion Joints.
- Molded Packings.
- Glossary of Terms.
- Chemical Compatibility of Elastomers for Seals. Mechanical Seals.

Heat Exchange Institute (HEI).

- HEI 4 Method and Procedure for the Determination of Dissolved Oxygen 2nd Edition.
- HEI 4A Performance Standards for Liquid Ring Vacuum Pumps 1st Edition.
- HEI 5 Standards for Closed Feedwater Heaters, 5th Edition.
- HEI 7 Standards for Direct Contact Barometric and Low Level Condensers 5th Edition.
- HEI 8 Standards for Power Plant Heat Exchangers 2nd Edition.
- HEI 8A Standards for Steam Jet Vacuum Systems 4th Edition.
- HEI 10 Standards for Steam Surface Condensers 8th Edition.
- HEI 10A Standards for Steam Surface Condensers Addendum 1 8th Edition. HEI TSD Standards and Typical Specifications for Deaerators, 5th Edition.

Insulated Cable Engineers Association (ICEA) - if it is not covered by the National Electrical Code (NEC)

- ICEA P-32-382 Short-Circuit Characteristics of Insulated Cable.
- ICEA P-34-359 AC/DC Resistance Ratios at 60 Cycles (Project 359).
- ICEA P-43-457 Conductor Resistances and Ampacities at High Frequencies.
- ICEA P-45-482 Short Circuit Performance of Metallic Shields and Sheaths on Insulated Cable.
- ICEA P-47-434 Pressurization Characteristics of Polyethylene-Insulated and - Jacketed Telephone Cables.
- ICEA P-48-426 Paper Cable Ampacities - Impregnated - Paper Insulation Copper Conductors.
- ICEA P-50-431 Tables of Physical and Electrical Properties of Conductors Used on Overhead Lines.
- ICEA P-51-432 Tables of Physical and Electrical Properties of Conductors Used on Overhead Lines.
- ICEA P-52-469 Tables of Physical and Electrical Properties of Conductors Used on Overhead Lines.
- ICEA P-53-426 Ampacities Including Effect of Shield Losses for Single-Conductor Solid-Dielectric Power Cable, 15kV Through 69kV (Copper and Aluminum Conductors) Second Edition; NEMA WC 50: 1976; (R 1993).
- ICEA P-54-440 See NEMA WC 51: 1991.
- ICEA P-56-520 Cable Tray Flame Tests - A Round-Robin Study.
- ICEA P-57-653 Implementation of Metric Units in ICEA Publications.

- ICEA P-79-561 Aerial Cable Messengers and Lashing Wires.
- ICEA P-81-570 600 Volt Direct Burial Cable Single Electrical Conductors & Assemblies with Ruggedized Extruded Insulation.
- ICEA PJ-490 ICEA, Its Purpose, History, and Modus Operandi.
- ICEA S-19-81 Rubber-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy NEMA WC 3: 1992; Revision No. 1 - February 1994.
- ICEA S-56-434 Polyolefin Insulated Communication Cables for Outdoor Use.
- ICEA S-58-679 Control Cable Conductor Identification.
- ICEA S-61-402 See NEMA WC 5: 1992.
- ICEA S-65-375 See NEMA WC 4: 1988.
- ICEA S-66-524 See NEMA WC 7: 1991.
- ICEA S-67-401 See NEMA WC 2: 1991.
- ICEA S-68-516 See NEMA WC 8: 1991.
- ICEA S-70-547 Weather-Resistant Polyolefin Covered Wire & Cable.
- ICEA S-73-532 See NEMA WC 57: 1990. ICEA S-75-381 See NEMA WC 58: 1991.
- ICEA S-76-474 Neutral-Supported Power Cable Assemblies with Weather-Resistant Extruded Insulation Rated 600 Volts.
- ICEA S-77-528 Outside Plant Communications Cables - Specifying Metric Wire Sizes.
- ICEA S-80-576 Communications Wire and Cable for Wiring of Premises.
- ICEA S-81-570 600 Volt Rated Cables of Ruggedized Design for Direct Burial Installations as Single Conductors or Assemblies of Single Conductors.
- ICEA S-82-552 See NEMA WC 55: 1992.
- ICEA S-83-596 Fiber Optic Premises Distribution Cable Technical Requirements.
- ICEA S-84-608 Telecommunications Cable Filled, Polyolefin Insulated, Copper Conductor Technical Requirements.

- ICEA S-85-625 Telecommunications Cable Aircore, Polyolefin Insulated, Copper Conductor Technical Requirements. ICEA S-86-634 Buried Distribution and Service Telecommunications Wire Filled, Polyolefin Insulated, Copper Conductor Technical Requirements.
- ICEA S-87-640 Fiber Optic Outside Plant Communications Cable.
- ICEA S-88-626 Telephone Cordage and Cord Sets.
- ICEA S-89-648 Telecommunications Aerial Service Wire Technical Requirements.
- ICEA S-90-661 Individually Unshielded Twisted Pair Indoor Cables for Use in Communication Wiring Systems Technical Requirements.
- ICEA T-22-294 Test Procedures for Extended Time-Testing of Wire and Cable Insulations for Service in Wet Locations ICEA T-24-380 Partial-Discharge Test Procedure.
- ICEA T-25-425 Guide for Establishing Stability of Volume Resistivity for Conducting Polymeric Components of Power Cables.
- ICEA T-26-465 See NEMA WC 54: 1990.
- ICEA T-27-581 See NEMA WC 53: 1990.
- ICEA T-28-562 Test Method for Measurement of Hot Creep of Polymeric Insulations.
- ICEA T-29-520 Conducting Vertical Cable Tray Flame Tests with Theoretical Heat Input Rate of 210,000 B.T.U./Hour.
- ICEA T-30-520 Conducting Vertical Cable Tray Flame Tests with Theoretical Heat Input Rate of 70,000 B.T.U./Hour.
- ICEA T-31-610 Conducting a Longitudinal Water Penetration Resistance Test for Sealed Conductor.
- ICEA T-32-645 Establishing Compatibility of Sealed Conductor Filler Compounds with Conducting Stress Control Materials.
- ICEA T-33-655 Low-Smoke, Halogen-Free (LSHF) Polymeric Cable Jackets.
- ICEA T-34-664 Guide for Conducting Longitudinal Water Penetration Resistance Tests on Longitudinal Water Blocked Cables.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

- IEEE 1 Standard General Principles for Temperature Limits in the Rating of Electric Equipment and for the Evaluation of Electrical Insulation.

- IEEE 4 Standard Techniques for High-Voltage Testing.

Institute of Petroleum (IP).

- Model Code of Safe Working Practice.

Instrument Society of America (ISA).

- ISA C100.6-3 Voltage or Current Reference Devices: Solid-State Devices.
- ISA MC96.1 Temperature Measurement Thermocouples.
- ISA RP12.2.02 Recommendations for the Preparation, Content, and Organization of Intrinsic Safety Control Drawings.
- ISA RP12.6 Wiring Practices for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation Part 1: Intrinsic Safety.
- ISA RP12.13 PT II Installation, Operation, and Maintenance of Combustible Gas Detection Instruments. ISA RP12.15 PT II Installation, Operation, and Maintenance of Hydrogen Sulfide Detection Instruments.

International Electrotechnical Commission (IEC).

- IEC 1997 1997 IEC Yearbook World Standards for Electrical and Electronic Engineering.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

- 29 CFR OSHA Regulations (Standards)x

Manufacturers Standardization Society (MSS).

- MSS SP-6 Standard Finishes for Contact Faces of Pipe Flanges and Connecting-End Flanges of Valves and Fittings.
- MSS SP-9 Spot Facing for Bronze, Iron and Steel Flanges.
- MSS SP-25 Standard Marking System for Valves, Fittings, Flanges and Unions.
- MSS SP-42 Class 150 Corrosion Resistant Gate, Globe, Angle and Check Valves with Flanged and Butt Weld Ends.
- MSS SP-43 Wrought Stainless Steel Butt-Welding Fittings Including Reference to Other Corrosion Resistant Materials. MSS SP-44 Steel Pipeline Flanges; Errata – 1996.
- MSS SP-45 Bypass and Drain Connections.
- MSS SP-51 Class 150LW Corrosion Resistant Cast Flanges and Flanged Fittings.

- MSS SP-58 Pipe Hangers and Supports - Materials, Design and Manufacture.
- MSS SP-60 Connecting Flange Joint Between Tapping Sleeves and Tapping Valves.
- MSS SP-61 Pressure Testing of Steel Valves.
- MSS SP-69 Pipe Hangers and Supports - Selection and Application.
- MSS SP-72 Ball Valves with Flanged or Butt-Welding Ends for General Service.
- MSS SP-73 Brazing Joints for Copper and Copper Alloy Pressure Fittings.
- MSS SP-75 Specification for High Test Wrought Butt Welding Fittings.
- MSS SP-77 Guidelines for Pipe Support Contractual Relationships; Relationships and Responsibilities of the Pipe Hanger Contractor with the Purchaser's Engineer or the Pipe Fabricator and/or Erector.
- MSS SP-78 Cast Iron Plug Valves, Flanged and Threaded Ends.
- MSS SP-79 Socket-Welding Reducer Inserts.
- MSS SP-80 Bronze Gate, Globe, Angle and Check Valves.
- MSS SP-81 Stainless Steel, Bonnetless, Flanged Knife Gate Valves.
- MSS SP-82 Valve Pressure Testing Methods.
- MSS SP-83 Class 3000 Steel Pipe Unions Socket-Welding and Threaded.
- MSS SP-86 Guidelines for Metric Data in Standards for Valves, Flanges, Fittings and Actuators.
- MSS SP-88 Diaphragm Type Valves.
- MSS SP-89 Pipe Hangers and Supports - Fabrication and Installation Practices.
- MSS SP-90 Guidelines on Terminology for Pipe Hangers and Supports.
- MSS SP-91 Guidelines for Manual Operation of Valves.
- MSS SP-92 Valve User Guide.
- MSS SP-95 Swage(D) Nipples and Bull Plugs.
- MSS SP-96 Guidelines on Terminology for Valves and Fittings.
- MSS SP-97 Integrally Reinforced Forged Branch Outlet Fittings - Socket Welding, Threaded and Buttwelding Ends. MSS SP-98 Protective Coatings, for the Interior of Valves, Hydrants, and Fittings.
- MSS SP-99 Instrument Valves.

- MSS SP-101 Part-Turn Valve Actuator Attachment Flange and Driving Component Dimensions and Performance Characteristics.
- MSS SP-102 Multi-Turn Valve Actuator Attachment Flange and Driving Component Dimensions and Performance Characteristics.
- MSS SP-109 Welded Fabricated Copper Solder Joint Pressure Fittings.
- MSS SP-110 Ball Valves Threaded, Socket-Welding, Solder Joint, Grooved and Flared Ends.
- MSS SP-111 Gray-Iron and Ductile-Iron Tapping Sleeves.
- MSS SP-112 Quality Standard for Evaluation of Cast Surface Finishes Visual and Tactile Method.
- MSS SP-113 Standard Practice for Connecting Joint Between Tapping Machines and Tapping Valves.
- MSS SP-114 Corrosion Resistant Pipe Fittings Threaded and Socket Welding Class 150 and 1000.
- MSS SP-115 Excess Flow Valves for Natural Gas Service.
- MSS SP-116 Service Line Valves and Fittings for Drinking Water Systems.
- MSS SP-117 Bellows Seals for Globe and Gate Valves.
- MSS SP-118 Compact Steel Globe & Check Valves Flanged, Flangeless, Threaded & Welding Ends (Chemical & Petroleum Refinery Service).
- MSS SP-119 Belled End Socket Welding Fittings, Stainless Steel and Copper Nickel.

National Association of Corrosion Engineers (NACE)

- NACE NO. 1 Joint Surface Preparation Standard White Metal Blast Cleaning (See SSPC-SP 5: 1994)
- NACE NO. 2 Joint Surface Preparation Standard Near-White Blast Cleaning (See SSPC-SP 10: 1994)
- NACE NO. 3 Joint Surface Preparation Standard Commercial Blast Cleaning (See SSPC-SP 6: 1994)
- NACE NO. 4 Joint Surface Preparation Standard Brush-Off Blast Cleaning (See SSPC-SP 7: 1994)
- NACE NO. 5 Surface Preparation and Cleaning of Steel and Other Hard Materials by High- and Ultrahigh-Pressure Water Jetting Prior to Recoating (SSPC-SP 12: 1995)
- NACE RP0169 Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
- NACE RP0177 Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems
- NACE RP0187 Design Considerations for Corrosion Control of Reinforcing Steel in Concrete

- NACE RP0188 Discontinuity (Holiday) Testing of Protective Coatings
- NACE RP0190 External Protective Coatings for Joints, Fittings, and Valves on Metallic Underground or Submerged Pipelines and Piping Systems
- NACE RP0193 External Cathodic Protection of on-Grade Metallic Storage Tank Bottoms
- NACE RP0196 Galvanic Anode Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks
- NACE RP0197 Standard Format for Computerized Electrochemical Polarization Curve Data Files
- NACE RP0274 High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings Prior to Installation
- NACE RP0281 Method for Conducting Coating (Paint) Panel Evaluation Testing in Atmospheric Exposures
- NACE RP0286 Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines
- NACE RP0287 Field Measurement of Surface Profile of Abrasive Blast Cleaned Steel Surfaces Using a Replica Tape
- NACE RP0290 Cathodic Protection of Reinforcing Steel in Atmospherically Exposed Concrete Structures
- NACE RP0297 Maintenance Painting of Electrical Substation Apparatus Including Flow Coating of Transformer Radiators
- NACE RP0388 Impressed Current Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks
- NACE RP0390 Maintenance and Rehabilitation Considerations for Corrosion Control of Existing Steel Reinforced
- Concrete Structures
- NACE RP0394 Application, Performance, and Quality Control of Plant-Applied, Fusion-Bonded Epoxy External Pipe
- Coating; Errata
- NACE RP0395 Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars
- NACE RP0487 Considerations in the Selection and Evaluation of Interim Petroleum- Based Coatings

- NACE RP0490 Holiday Detection of Fusion-Bonded Epoxy External Pipeline Coatings of 250 to 760 Micrometers (10 to 30 Mils)
- NACE RP0572 Design, Installation, Operation, and Maintenance of Impressed Current Deep Ground beds
- NACE RP0591 Coatings for Concrete Surfaces in Non-Immersion and Atmospheric Services
- NACE RP0690 Standard Format for Collection and Compilation of Data for Computerized Material Corrosion Resistance Database Input
- NACE TM0174 Laboratory Methods for the Evaluation of Protective Coatings and Lining Materials in Immersion Service
- NACE TM0190 Impressed Current Test Method for Laboratory Testing of Aluminum Anodes
- NACE TM0284 Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking
- NACE TM0294 Testing of Embeddable Anodes for Use in Cathodic Protection of Atmospherically Exposed SteelReinforced Concrete
- NACE EG2 Emergency Guideline- Protective Coatings for Carbon Steel and Austenitic Stainless-Steel Surfaces Under Thermal Insulation and Cementitious Fireproofing Expires February 1, 1999.

National Electrical Manufacturers Association (NEMA).

- NEMA ICS 1 Industrial Control General Requirements
- NEMA ICS 2 Industrial Control Devices
- NEMA ICS 3 Industrial Systems
- NEMA PB I Panelboard
- NEMA ST 20 Dry-Type Transformers for General Applications
- NEMA VE 1 Metallic Cable Tray Systems
- NEMA WC 5 Thermoplastic Insulated Wire and Cable for Dry Transformers and Power Distribution
- NEMA/ANSI MG 1 Motors and Generators
- NEMA C29.6 Wet-Process Porcelain Insulators - High-Voltage Pin Type.
- NEMA 107 Methods of Measurement of Radio Influence Voltage (RIV) of High-Voltage Apparatus. NEMA 250 Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum).

- ICS 6 Industrial Control and Systems Enclosures.
- MR 20 Semiconductor Rectifier Cathodic Protection Units.

National Fire Protection Association (NFPA) - National Fire Codes.

- NFPA 10 Portable Fire Extinguishers
- NFPA 12 Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems
- NFPA 70 National Electrical Code 1996 Edition Errata #1; Tentative Interim Amendment 1996
- NFPA 70E Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces (National Fire Codes, vol. 3) NFPA FPEH SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Second Edition

National Standards of Canada.

- CAN/CSA-Z245.20-M92 External Fusion Bond Epoxy Coating for Steel Pipe.
- CAN/CSA-C22.3 No. 6-M91 Principles and Practices for Electrical Coordination Between Pipelines and Electric Supply Lines.

Pipe Fabrication Institute (PFI) Standards.

- PFI ES-1 Internal Machining and Solid Machined Backing Rings for Circumferential Butt Welds
- PFI ES-2 Method of Dimensioning Piping Assemblies
- PFI ES-3 Fabricating Tolerances
- PFI ES-4 Hydrostatic Testing of Fabricated Piping
- PFI ES-5 Cleaning of Fabricated Piping
- PFI ES-7 Minimum Length and Spacing for Welded Nozzles
- PFI ES-11 Permanent Marking on Piping Materials
- PFI ES-16 Access Holes, Bosses and Plugs for Radiographic Inspection of Pipe Welds
- PFI ES-22 Recommended Practice for Color Coding of Piping Materials
- PFI ES-24 Pipe Bending Methods, Tolerances, Process and Material Requirements
- PFI ES-25 Random Radiography of Pressure Retaining Girth Butt Welds
- PFI ES-26 Welded Load Bearing Attachments to Pressure Retaining Piping Materials
- PFI ES-27 "Visual Examination" the Purpose, Meaning and Limitation of the Term

- PFI ES-29 Internal Abrasive Blast Cleaning of Ferritic Piping
- PFI ES-31 Standard for Protection of Ends of Fabricated Piping Assemblies
- PFI ES-32 Tool Calibration
- PFI ES-34 Painting of Fabricated Piping
- PFI ES-35 Nonsymmetrical Bevels and Joint Configurations for Butt Welds
- PFI ES-36 Branch Reinforcement Work Sheets
- PFI ES-37 Loading and Shipping of Piping Assemblies
- PFI ES-39 Fabricated Tolerances for Grooved Piping Systems
- PFI ES-40 Method of Dimensioning Grooved Piping Assemblies
- PFI ES-41 Material Control and Traceability of Piping Components
- PFI ES-42 Positive Material Identification of Piping Components Using Portable X-Ray Emission Type Test Equipment PFI ES-44 Drafting Practices Standard

Rubber Manufacturers Association (RMA).

- RMA IP-2 Hose Handbook; Fifth Edition. 101 Nondestructive Testing Handbook.

Tubular Exchanger Manufacturers Association (TEMA)

- TEMA 1 Standards of the Tubular Exchanger Manufacturers Association; Seventh Edition; Errata - 1990 Errata - 1991

Underwriters Laboratories, Inc. (UL) only for machinery and equipment

- UL 1 UL Standard for Safety Flexible Metal Conduit Ninth Edition; January 3, 1995
- UL 3 UL Standard for Safety Flexible Nonmetallic Tubing for Electric Wiring Ninth Edition; Reprinted with Revisions Through and Including June 6, 1997
- UL 4 UL Standard for Safety Armored Cable Fourteenth Edition; April 22, 1996
- UL 5 UL Standard for Safety Surface Metal Raceways and Fittings Twelfth Edition
- UL 5A UL Standard for Safety Nonmetallic Surface Raceways and Fittings First Edition
- UL 5B UL Standard for Safety Strut-Type Channel Raceways and Fittings First Edition
- UL SUBJECT 5C Outline of Investigation for Surface Raceways and Fittings for Use with Data, Signal, and Control Circuits Issue Number 1; November 21, 1996

- UL 6 UL Standard for Safety Rigid Metal Conduit Eleventh Edition
- UL 63 Thermoplastic Insulated Wires
- UL 486 Wire Connectors and Solderless Lugs for Use with Copper Conductors
- UL 510 Insulating Tape
- UL 698 Explosion Proof Structures

ISO International Standard Organization.

- ISO 9001 Quality Systems - Model for Quality Assurance in Design, Development, Production, Installation and Servicing Second Edition; (CEN EN ISO 9001: 1994) (PNS 1001: 1994) (CAN/CSA-ISO 9001-94)
- ISO 9002 Quality Systems - Model for Quality Assurance in Production, Installation and Servicing Second Edition; (PNS 1002: 1994) (CAN/CSA-ISO 9002-94)
- ISO 9003 Quality Systems - Model for Quality Assurance in Final Inspection and Test Second Edition; (CEN EN ISO
- 9003: 1994) (PNS 1003: 1994) (CAN/CSA-ISO 9003-94)
- ISO-10012 Metrologic Confirmation System for measurement equipment
- ISO 9004 Quality management systems – Guidelines for performance improvements
- ISO 14001 Environmental management systems – Requirements with guidance for use
- ISO 10005 Quality management systems – Guidelines for quality Plans
- ISO 19011 Guidelines for quality and/or environmental management systems auditing ISO 1000 SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units
- ISO-10012 Metrological Confirmation System for Measuring Equipment
- ISO 1224 Aislamiento térmico para la construcción y la instalación industrial - Reglas de cálculo
- ISO 1999 Acoustics — Estimation of noise-induced hearing loss.
- ISO 3740 Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources — Guidelines for the use of basic standards.
- ISO 14001 Environmental management systems
- ISO 45001 Occupational Health and Safety Management Systems

Dentro del sector hidrocarburos, el sistema de transporte observa y da cumplimiento a la siguiente regulación:

- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.
- Ley de Hidrocarburos.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Ley Federal de Procedimiento Administrativo.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Ley General de Cambio Climático.
- DISPOSICIONES Administrativas De Carácter General en materia de medición aplicables a la actividad de transporte por ducto de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.
- DISPOSICIONES Adminitrativas de Carácter General en materia de acceso abierto y prestación de los servicios de transporte por ducto y almacenamiento de Gas Natural.
- DISPOSICIONES Administrativas de Carácter General que establecen los Lineamientos para la Prevención y el Control Integral de las Emisiones de Metano del Sector Hidrocarburos.
- DISPOSICIONES Administrativas de Carácter General que establecen los Lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos.
- DISPOSICIONES Administrativas de Carácter General que establecen los Lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.
- DISPOSICIONES Administrativas de Carácter General que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del Sector Hidrocarburos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-ASEA-2019, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de

Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

- NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-2003, Calidad del gas natural.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ASEA-2016, Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-009-ASEA-2017, Administración de la integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos.

D. Accesos (marítimos y terrestres) del sistema de transporte.

El sistema de transporte recorre la península de Yucatán desde Reforma, Chiapas hasta Valladolid, Yucatán. Los accesos principales a la infraestructura son las franjas de seguridad, los cuales están conectadas por diversos caminos primarios y secundarios. A continuación, se enlistas aquellos de relevancia regional.

- Carretera Paso de Estación Juárez - Cunduacán en el municipio de Reforma, Chiapas.
- Carretera Villahermosa -Teapa en el municipio de Centro, Tabasco.
- Carretera Playas del Rosario – Teapa en el municipio de Jalapa, Tabasco.
- Carretera Federal 186 Villahermosa – Chetumal en el municipio de Jalapa, Tabasco.
- Carretera a Belén en el municipio de Macuspana, Tabasco.
- Carretera Monte Grande – Aquiles Serdán en el municipio de Palenque, Chiapas.
- Carretera Federal 186 Villahermosa – Chetumal en el municipio de Catazajá, Chiapas.
- Carretera a Las Cruces en el municipio de Palizada, Campeche.
- Carretera Escárcega – Sabancuy en el municipio de Carmen, Campeche.
- Carretera Champotón – Escárcega en el municipio de Champotón, Campeche.
- Carretera Champotón – Felipe Carrillo Puerto en el municipio de Champotón, Campeche.
- Carretera Champotón – Hool en el municipio de Champotón, Campeche.
- Carretera México 188 en el municipio de Champotón, Campeche.
- Carretera Villa Madero – Campeche en el municipio de Champotón, Campeche.

- Carretera Villa Madero – Campeche en el municipio de Campeche, Campeche.
- Carretera Campeche Chiná – Hool en el municipio de Campeche, Campeche.
- Carretera Hopelchen – Campeche en el municipio de Campeche, Campeche.
- Carretera Chilib en el municipio de Tenabo, Campeche.
- Carretera Tenabo en el municipio de Tenabo, Campeche.
- Autopista Mérida – Campeche en el municipio de Calkiní, Campeche.
- Autopista Mérida – Campeche en el municipio de Maxcanú, Yucatán.
- Autopista Mérida – Campeche en el municipio de Kopomá, Yucatán.
- Carretera a Hunxectaman en el municipio de Mérida, Yucatán.
- Autopista 16-A en el municipio de Umán, Yucatán.
- Carretera Costera del Golfo en el municipio de Mérida, Yucatán.
- Autopista Teya – Peto en el municipio de Kansín, Yucatán.
- Autopista Mérida – Valladolid en el municipio de Acanceh, Yucatán.
- Autopista Mérida – Valladolid en el municipio de Tahmek, Yucatán.
- Autopista Mérida – Valladolid en el municipio de Xocchel, Yucatán.
- Carretera Cancún – Kantunil en el municipio de Kantunil, Yucatán.

Referente a los accesos marítimos, el sistema de transporte al encontrarse totalmente en tierra no cuenta con este tipo de accesos.

E. Contratos con compañías externas.

- Se cuenta con contrato de interconexión y transporte entre Energía Mayakan, S. de R.L de C.V. y **PEMEX**.
- Se cuenta con contrato de interconexión entre Energía Mayakan, S. de R.L de C.V. y CENAGAS.
- Se cuenta con contrato de transporte de gas entre Energía Mayakan, S. de R.L de C.V. y CFE.
- Se cuenta con contrato de transporte de gas entre Energía Mayakan, S. de R.L de C.V. y diversos clientes industriales en la zona metropolitana de Mérida, Yucatán.

Asimismo, se cuenta con contratos de suministro de gas natural para la **CFE** en las siguientes termoeléctricas:

- CFE CC Campeche.
- CFE Mérida II.
- CFE Valladolid CC.
- CFE Valladolid III.

Y con las empresas siguientes:

- Igasamex Bajío, S. de R.L. de C.V.
- AES Mérida III, S. de R.L. de C.V.
- GDF Suez México Comercializadora S. de R.L de C.V.
- Energas de México, S.A. de C.V.

No se ha celebrado otro tipo de contrato con compañías externas que desarrollen actividades comerciales, industriales y/o servicios (por ejemplo: trasvase, carga y descarga de producto).

F. Autorizaciones oficiales con las que se cuenta.

Para la realización de las actividades del sector hidrocarburos, se cuenta con las siguientes autorizaciones oficiales:

Comisión Reguladora de Energía (CRE).

- Título de permiso de transporte de gas NUM. G/020/TRA/97 donde se autoriza para llevar a cabo la actividad y prestar el servicio de transporte de gas natural por medio de ductos en el trayecto aprobado por la Comisión.
- RESOLUCIÓN Núm. RES/685/2020 donde se aprueba la modificación del permiso de transporte de gas natural G/020/TRA/97, en lo relativo a las características técnicas del sistema de transporte derivado de la interconexión con el Sistema Nacional de Gasoductos.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) / Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA).

Tabla 5. Descripción y tabla de autorizaciones del sistema de transporte (gasoductos).

No. DE OFICIO	FECHA	PROYECTO	CARACTERÍSTICAS	VIGENCIA	MODIFICACIONES
D.O.O.DGOEIA.-04686	25 de julio 1997	Gasoducto C.D. Pemex-Mérida-Valladolid	Longitud aproximada 685.882 km con un diámetro de 24", 20" y 16" y 2 estaciones de compresión Estación No. 1 000+900. Estación No. 2 en el km 263 entre Escárcega y Champotón, Campeche Estación No. 3, en el km 530, entre Umán y Mérida, Yucatán. Tres ramales, Ramal Mérida, el cual tendrá 3.5 km. Ramal Nachicocom con longitud 17.9 km. Ramal Lerma de 2.0 km de longitud.	D.O.O.DGOEIA.-04686	-Oficio SGPA.- DGIRA-000477 de fecha 26 de febrero de 2002 por medio del cual se autorizan las modificaciones al Ramal Santa Lucia Etapa 1 (antes llamado C.C.C. Campeche II). -Oficio SGPA.-DGIRA/DG/2556/07 de 23 de octubre de 2007, por medio del cual se otorgó una ampliación de 5 años para la operación y mantenimiento de las modificaciones del resolutivo mencionado en el párrafo anterior (Ramal Santa Lucia). -Oficio SGPA/DGIR/DG/08931 de fecha 5 de diciembre de 2013, por medio de dicho oficio fue negada la ampliación del plazo para la preparación del sitio y construcción del Ramal Santa Lucia Etapa 1. -Modificación autorizada por medio del oficio ASEA/UGI/DGGTA/1050/2017 de 4 de julio de 2017. consistente en trasladar la válvula de seccionamiento número 11 y su área de venteo a una distancia de 3.5 km sobre el mismo trazo y ocupa una superficie de 89.4 m2 para la colocación de una válvula y de 17.22 m2 para el área de venteo.

No. DE OFICIO	FECHA	PROYECTO	CARACTERÍSTICAS	VIGENCIA	MODIFICACIONES
					-Modificación autorizada por medio del oficio ASEA/UGI/DGGPI/2447/2019 de 18 de diciembre de 2019 consistentes en la realización de adecuaciones en CS1 y CS2, así como la construcción de CS3.
D.O.O.DGOEIA.-008465	17 de diciembre de 1999	Caseta principal de medición y regulación instalada dentro de la Central Termoeléctrica Mérida III	Caseta principal de medición y regulación instalada dentro de la Central Termoeléctrica Mérida III, que forma parte del proyecto Construcción y operación de un gasoducto de 8,6 y 2" de diámetro nominal y 6.2 km de longitud aproximada para suministro de gas natural a diversas empresas de la Ciudad Industrial Felipe Carrillo Puerto, en el municipio de Mérida, Yucatán.	No definido	-Cesión parcial de derechos contenida en el oficio SGPA-DGIRA-001372 de fecha 17 de mayo de 2002 respecto del resolutivo de Igasamex Bajio, a favor de Energía Mayakan.
SGPA/DGIRA/DG/02384	11 abril 2013	Ducto de gas natural Ciudad Pemex-Nuevo Pemex	Construcción y operación de un Ducto de gas natural, con una longitud de 76.32 km con un diámetro de 30" en un área de 92.11 ha con una capacidad máxima de transporte de 300 millones de pies cúbicos diarios.	30 años de operación	-Modificación autorizada por medio del oficio SGPA/DGIRA/DG/08939 de fecha 5 de diciembre de 2013 consistente en la desviación de trayectoria en una longitud de 2,654 metros. -Modificación autorizada por medio del oficio SGPA/DGIRA/DG/04367 de fecha 19 de mayo de 2014 consistente en tres cambios de ruta y de técnica constructiva en 6 cruzamientos.
ASE/UGI/DGGTA/0732/2016	28 de julio 2016	Extensión Sistema Energía Mayakan "Ramal Mérida"	MIA y ERA de una Extensión de una red de transporte de gas natural con una longitud total de 730 m e instalación de un City Gate en una superficie de 1,095 m, una	30 años de operación	Sin referencia

No. DE OFICIO	FECHA	PROYECTO	CARACTERÍSTICAS	VIGENCIA	MODIFICACIONES
			superficie total de 1,388 m2.		
ASEA/UGI/DGGTA/0785/2017	25 de mayo 2017	Operación y mantenimiento de una estación de medición y regulación gas natural"	MIA-P Solo para la operación y mantenimiento de una estación de regulación.	30 años de operación	Sin referencia
ASEA/UGI/DGGPI/0531/2018	27 de marzo 2018	Clúster Mérida	Una primera interconexión al ducto de 16", la instalación de una ERM denominado "City Gate Uman" y un ramal de 4" con una longitud de 3.51 km. Una segunda interconexión desde la salida de la ERM Mérida Oeste al "City Gate Mérida I" y la instalación de un ramal de 3.98 km y 200 mm de diámetro.	30 años de operación	-Modificación autorizada por medio del oficio ASEA/UGI/DGGPI/1460/2020 de fecha 15 de julio de 2019, consístete en la ampliación del plazo por 12 meses adicionales. -Modificación autorizada por medio del oficio ASEA/UGI/DGGPI/0233/2020 de fecha 4 de febrero de 2020, consístete en una modificación de trayectoria. (el 1° de julio de 2020, se informó la opción técnico constructiva elegida por la empresa. Por medio del oficio ASEA/UGI/DGGPI/1514/2020 de fecha 25 de septiembre de 2020 se tomó conocimiento de tal determinación).
ASEA/UGI/DGGPI/2264/2018	23 de noviembre de 2018	Cuxtal Fase I (antes Mazahua Fase I)	Construcción y operación de un ducto de 30" con una longitud de 16 kilómetros.	30 años de operación	-Modificación autorizada por medio del oficio ASEA/UGI/DGGPI/0917/2020 de 20 de mayo de 2020, consistente en: Cambio del punto de interconexión al gasoducto, lo cual implicó: a. Cambio en la trayectoria del ducto.b. Incremento en el diámetro de la tubería autorizada de 30" Ø a 36" Ø (i)Modificación de la capacidad de flujo inicial de 350 MMPCD a 240 MMSCFD en una primera etapa, manteniéndose la capacidad de hasta 550 MMSCFD en fases subsecuentes. Modificación al nombre del proyecto a "CUXTAL FASE I".

No. DE OFICIO	FECHA	PROYECTO	CARACTERÍSTICAS	VIGENCIA	MODIFICACIONES
					-Modificación autorizada por medio del oficio ASEA/UGI/DGGPI/2199/2020 de 15 de diciembre de 2020, consistente en: (i) ampliación de la etapa de preparación del sitio y construcción por un periodo de 12 meses adicionales. (ii) instalación de una acometida eléctrica en media tensión de la "ERMyC Cactus" hasta el punto de interconexión.

Tabla 6. Descripción y tabla de autorizaciones del sistema de transporte (Ramales e interconexiones).

RAMALES E INTERCONEXIONES	OFICIO DE REFERENCIA
Ramal CC Campeche, gasoducto interconexión de 6" y Ramal de 10" con una longitud de 1.039 km.	D.O.O.DGOEIA.-008465 de 17 de diciembre de 1999
Ramal Mérida II, gasoducto de 12" de con una longitud de 1.601 km.	
Ramal Mérida III, gasoducto de 10" con una longitud de 3.575 km.	D.O.O.DGOEIA.-04686 de 25 de julio de 1997
Ramal Clúster Mérida, gasoducto de 4" con una longitud de 3.3778 km.	ASEA/UGI/DGGPI/0531/2018 de 27 de mayo de 2017
Ramal GNC, gasoducto de 4" con una longitud de 0.730 km.	
Ramal Nachicocom 17.9 km longitud 168.3 mm de diámetro y espesor nominal 4 mm para tubería NPS6 y NPS1O (Central Térmica Nachicocom) enero 2010.	D.O.O.DGOEIA.-04686 de 25 de julio de 1997
Ramal Lerma 2 km de longitud 168.3 mm de diámetro y espesor nominal 4 mm para tubería NPS6 y NPS1O (Central Térmica Lerma) enero 2010.	
Ampliación de 5 años para la O&M del Ramal Santa Lucia Etapa 1 (antes llamado C.C.C. Campeche II).	SGPA.-DGIRA/DG/2556/07 de 23 de octubre de 2007
Construcción del Ramal Santa Lucia Etapa 1 (antes llamado C.C.C. Campeche II).	SGPA/DGIR/DG/08931 de fecha 5 de diciembre de 2013
Interconexión Merigas Peninsular con diámetro de interconexión en 10" x 4" en 2013.	D.O.O.DGOEIA.-008465 de 17 de diciembre de 1999 a nombre de Igasamex
Interconexión Merigas Norte con diámetro de interconexión en 10" x 4" en 2013.	D.O.O.DGOEIA.-008465 de 17 de diciembre de 1999 a nombre de Igasamex
Interconexión Gas Natural Mérida con diámetro de interconexión en 10" x 4" en 2013.	D.O.O.DGOEIA.-008465 de 17 de diciembre de 1999 a nombre de Igasamex
Interconexión con el centro procesador Nuevo Pemex CPGNP PEMEX (municipio	

RAMALES E INTERCONEXIONES	OFICIO DE REFERENCIA
centro tabasco) estado de Tabasco.	SGPA/DGIRA/DG/02384 de 11 abril de 2013
Interconexión de Energía Mayakan (centro de compresión I Mayakan) (municipio de Macuspana) estado de Tabasco.	
Cambio de interconexión al Gasoducto de 48 B Cactus-San Fernando) distancia de 1,880 metros hacia la dirección Este del punto autorizado.	ASEA/UGI/DGGPI/2264/2018 de 23 de noviembre de 2018
Interconexión con SISTRANGAS.	
Interconexión Reforma Chiapas.	ASEA/UGI/DGGPI/2199/2020 de 15 de diciembre de 2020

Se presentan copias electrónicas de las autorizaciones en el **Anexo I.3 Autorizaciones oficiales.**

G. Anexo fotográfico.

Se ha integrado un anexo fotográfico del sistema de transporte donde se describen brevemente los aspectos más relevantes de este.

Ver Anexo I.4 fotográfico.

H. Indicar si las actividades a desarrollar se encuentran contempladas o permitidas en los Programas de Desarrollo Urbano municipal, estatal.

A continuación, se presenta el análisis de los Programas de Desarrollo Urbano establecidos en la trayectoria del proyecto.

Tabla 7. Análisis de las actividades del proyecto en los Planes de Desarrollo Urbanos.

Estado	Categoría	Documento	Vinculación
Tabasco	Estatal	**Programa Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Tabasco.** https://tabasco.gob.mx/otros-programas-desarrollo-urbano https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sotop.tabasco.gob.mx/f i/PEDUET_PO_r2-p1b.pdf https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sotop.tabasco.gob.mx/f i/PEDUET_PO_r2-p2b.pdf https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sotop.tabasco.gob.mx/f i/PEDUET_PO_r2-p3.pdf	Página 16-17: ANEXO 1 LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO URBANO. 11. REGULACION GENERAL DE LOS USOS DEL SUELO. 11.4 Se establece un derecho de vía de 200 metros a partir del eje y a ambos lados de cualquier ducto (gasoducto, oleoducto, gasolinoducto). Página 19-22: 12. USOS INDUSTRIALES Y DUCTOS. Establece las especificaciones, características y normas que deben cumplir los gasoductos.

Estado	Categoría	Documento	Vinculación
	Municipal Centro	**Programa de Desarrollo Urbano de la Zona Metropolitana de la ciudad de Villahermosa.** https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sotop.tabasco.gob.mx/f i/PDUZMCV_p1.pdf https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sotop.tabasco.gob.mx/f i/PDUZMCV_p2.pdf	Página 75: 11.16 Equipamiento urbano e infraestructura regional y metropolitano. *Infraestructura petrolera: Existe una fuerte presencia de infraestructura industrial y petrolera en. La presencia de infraestructura de líneas de conducción de gasoductos.* Página 45: 11.10.2 Peligros antropogénicos: Peligros químicos: Por exposición de ductos petroleros. Al sur del municipio de Centro encontramos dos gasoductos y un, gasolinoducto provenientes del estado de Chiapas (Nuevo Pemex).
	Municipal Jalapa	**Plan Municipal de Desarrollo Urbano Jalapa. Tabasco, Versión abreviada.** https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sotop.tabasco.gob.mx/f i/PDU_JALAPA_PO.pdf http://periodicos.tabasco.gob.mx/media/periodicos/4007_sup_jal apa.pdf	En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no se menciona su prohibición.
	Municipal Mascupana	**Programa Desarrollo Urbano de la Ciudad de Macuspana, Tabasco, México. Visión Estratégica 2007-2009.** https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sotop.tabasco.gob.mx/f i/PDU_MACUSPANA_PO_2009_r2.pdf	2.6.2 Perspectivas de la Base Económica. Contempla las actividades del proyecto. 2.3.10 Usos no Especificados. Contempla las actividades del proyecto
	Municipal Emiliano Zapata	**Versión abreviada de la Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del centro de Población de Emiliano Zapata, Tabasco.** https://tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sotop.tabasco.gob.mx/f i/PDU_E_ZAPATA_1992_PO.pdf	En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no se menciona su prohibición.
Chiapas	Estatal	El estado no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Reforma	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto
	Municipal Juárez	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto
	Municipal Playas de Catazajá	**Programa de Desarrollo Urbano de Playas de Catazajá, Chiapas. 2007-2030.** http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/DESARROLLO URBANO/PROG_DES_URBANO_PLAYAS_DE_CATAZAJA.pdf **Carta Urbana de Playas de Catazajá.** http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/DESARROLLO	En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no se menciona su prohibición.

Estado	Categoría	Documento	Vinculación
		URBANO/CARTA_URBANA_PLAYAS_DE_CATAZAJA.pdf	
	Municipal Palenque	http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/DESARROLLO URBANO/PROG_DES_URBANO_PALENQUE.pdf http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/DESARROLLO URBANO/CARTA_URBANA_PALENQUE.pdf	En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no se menciona su prohibición.
Campeche	Estatal	**Programa Sectorial de Infraestructura y Desarrollo Urbano** http://www.seplan.campeche.gob.mx/copladecam/ps/psseduopi.pdf	En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no menciona su prohibición
	Municipal Palizada	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto
	Municipal CD. Del Carmen	**Programa Director Urbano de Cd. del Carmen Campeche** http://www.carmen.gob.mx/transparencia/web/Ayuntamiento/201 2/ob23/desarrollo_urbano/pla%20de%20desarrollo%20urbano.p df	El documento hace referencia a la actividad de gasoductos.
	Municipal Escárcega	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto
	Municipal Champotón	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto
	Municipal Campeche	**Programa Municipal de Desarrollo Urbano Campeche 2020-** **2040** https://www.municipiocampeche.gob.mx/wpcontent/uploads/2021/03/PMDU_CAMP2020.pdf	Página 443. Página 199 *10.15. Definición de Actividades que requieren presentar estudios Urbanos.* *También se consideran como Uso Industriales los relacionados con la distribución de gas natural por ductos*.
	Municipal Tenabo	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Hecelchakán	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano	No se tiene información al respecto.
	Municipal Calkini	**Plano de Desarrollo Urbano de Calkiní** https://www.calkini.net/corazondeahcanul/numero13/planodedes arrollourbano.htm	En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no menciona su prohibición.
Yucatán	Estatal	**Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán** http://www.yucatan.gob.mx/docs/diario_oficial/diarios/2016/2016 -08-26_2.pdf	Página 212 *V.5 La zonificación primaria del estado de Yucatán* *Área no urbanizable. (…Derechos de vía de gasoductos y oleogasoductos)*

Estado	Categoría	Documento	Vinculación
	Municipal Hálacho	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Maxcanú	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municpal Kopomá	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municiapl Chocholá	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Umán	**http://acervo.yucatan.gob.mx/Municipios/Cartas/Uman_CS.p df** http://acervo.yucatan.gob.mx/Municipios/Cartas/Uman_CS.pdf	En base a la Carta Síntesis de Umán, el trazo del proyecto se encuentra en una zona prevista como industrial. En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no se prohíben.
	Municipal Mérida	**Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida 2017 en el documento Nivel Normativo para los Usos y destinos del suelo.** http://isla.merida.gob.mx/serviciosinternet/ordenamientoterritorial /paginas/pmdu.phpx	Página 77 y 82 *5.1. Clasificación de usos y destinos del suelo.* *Industriales.* *También se consideran Usos Industriales, los relacionados con el suministro de gas natural por ductos al consumidor final.*
	Municipal kanasín	**Cuaderno municipal para el Desarrollo Urbano** https://docplayer.es/71959799-Kanasin-yucatan-cuadernomunicipal-para-el-desarrollo-urbano.html	En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no se prohíben.
	Municipal Seyé	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Acancéh	**Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Acanéh,** **Yucatán** http://www.yucatan.gob.mx/docs/diario_oficial/diarios/2018/2018 -08-22_2.pdf	En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no se prohíben.
	Municipal Tixkokob	**Programa de Desarrollo Urbano de TIXKOKOB** http://www.yucatan.gob.mx/docs/diario_oficial/diarios/2014/2014 -08-08_2.pdf	Página 52 y 54 *3.7.8 Uso de Infraestructura* *Regional: Comprende las instalaciones de infraestructura, que involucren o sean para servicio del municipio de Tixkokob y de otros municipios aledaños, pudiendo ser gasoductos y plantas generadoras de electricidad.* *3.8.4 Normas de control de usos* Menciona las *Restricciones de distancias de los derechos de vías que*

Estado	Categoría	Documento	Vinculación
			se deberán respetar para Ductos de Gas Natural. *Los ductos de petróleo o sus derivados, los ductos de gas natural (…), deberán estar alejados como mínimo desde el límite del predio, las mismas distancias señaladas en el párrafo anterior, con relación a cualquier Uso Habitacional.*
	Municipal Tahmek	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Hoctún	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Xocchel	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Kantunil	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Izamal	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Sudzal	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Yaxcabá	**Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Yaxcabá, Yucatán.** http://yucatan.gob.mx/docs/diario_oficial/diarios/2011/2011-0926_suplemento.pdf	En el documento no se contemplan las actividades del proyecto. Sin embargo, no se prohíben.
	Municipal Tinum	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Dzitás	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Uayma	El municipio no cuenta con un Plan o Programa de Desarrollo Urbano.	No se tiene información al respecto.
	Municipal Valladolid	"En términos del Plan de Desarrollo Urbano (PDU), se tiene una actualización hecha en 2010 con una proyección hacia el 2030, sin embargo, este documento no cuenta con una validez legal ya que no pudo concluirse su proceso de validación al no ser publicado en la Gaceta Oficial del Municipio." http://valladolid.gob.mx/gacetas/71.pdf	No se tiene información al respecto.

Para mayor información sobre el cumplimiento en materia de uso de suelo del **Proyecto** con los Planes y Programas de Desarrollo Urbano, referirse al capítulo III de la **MIA-R** que se acompaña al presente estudio.

II. Transporte de gas natural por ductos.

A. Sustancia transportada.

La sustancia transportada es gas natural, el cual durante todo el sistema de transporte conserva su estado físico como gas y cuyos componentes reportados por la hoja de datos de seguridad son los siguientes:

Tabla 8. Composición del gas natural.[2]

Material	% volumen
Metano	83.0 % mínimo Zona Sur
	84.0 % mínimo CPG Poza Rica, Burgos y Arenque
Etano	11.0 % máximo
Etil Mercaptano	17-28 ppm
H_2S	Mg/m^3 máximo
Azufre total	150 mg/m^3 máximo
Nitrógeno	8.0 % máximo Zona Sur
	4.0 % máximo CPG Poza Rica, Burgos y Arenque
CO_2	3.0 % máximo
Oxígeno	0.2 % máximo
Humedad	110 mg/m^3 máximo

Las principales características del gas natural son:

- Que no es una sustancia tóxica, es una sustancia asfixiante e inflamable.
- Su densidad y composición hace que sea volátil (más ligero que el aire) y de fácil dispersión.
- Sus rangos de inflamabilidad son entre 4.5% y 14.5 %.

Debido a la carencia de olor del gas natural y con el fin de detectar posibles fugas mediante el olfato, durante la operación del Ramal Clúster Mérida se maneja odorante de la marca OdorTech tipo Spotleak 1009, el cual cuenta de la siguiente composición química:

Tabla 9. Componente / % en peso típico del odorante.

[2]El gas transportado en todo momento deberá de cumplir con la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-2003, Calidad del gas natural.

Nombre del ingrediente	Pesos típicos %
ter-Butil mercaptano	77-80 %
iso-Propil mercaptano	>=16.0 %
n-Propil mercaptano	>=2.0 %

Tabla 10. Materiales químicos durante la operación.

Sustancia	No. CAS	Sistema de comunicación de riesgos		
Gas natural	74-82-8			
Odorante SPOTLEAK® 1009	-			

Se presenta la hoja de datos de seguridad de gas natural en el **Anexo I.5 hojas de datos de seguridad.**

Con relación a la calidad del gas natural se tienen 6 cromatógrafos, 3 analizadores de humedad y 4 analizadores de H_2S.

Para determinar la composición del gas natural se sacaron promedios de composición del año 2020 referenciados siempre a la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SECRE-2010**, Especificaciones del gas natural, que se presenta a continuación. Con base en esta composición se realizará el análisis de consecuencias en las hipótesis de riesgo que se presenten en el **HAZOP**.

Tabla 11. Composición del gas en el sistema de transporte.

Componente	Composición	
	% mol	% peso
Metano	89.7216	82.9139
Etano	4.3190	7.4810
Nitrógeno	5.9484	9.5985
Dióxido de carbono	0.0026	0.0066
Agua	0.0084	0.0087

B. Descripción del sistema de transporte.

El **Proyecto** atraviesa 37 municipios en los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche y Yucatán. Parte del

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

oeste – noreste en su franja de seguridad en los municipios de Jalapa, Centro y Macuspana en Tabasco y Juárez de Chiapas hasta conectarse con la estación superficial de CS1 en Ciudad Pemex. Posteriormente, atraviesa los municipios de Palenque y Catazajá en Chiapas, así como el municipio de Emiliano Zapata, nuevamente en Tabasco.

El **Proyecto** continúa en dirección nor-noreste, a través de los municipios de Palizada, Carmen, Escárcega y en dirección norte desde Champotón, Seybaplaya hasta el municipio de Campeche, en el estado de Campeche y toma rumbo al noreste en Tenabo, Hecelchakán y Calkiní, también estado de Campeche y Halachó, Maxcanú, Kopomá, Chocholá y Umán en el estado de Yucatán. Continúa en dirección este desde Mérida, Kanasín, Acanceh, Tixkokob, Seyé, Tahmek, Hoctún, Xocchel, Kantunil, Izamal, Sudzal, Yaxcabá, Tinum y Uayma hasta Valladolid, también en Yucatán; concluyendo en la coordenada 20°41'50.58" N, 88°16'16.60" O en el municipio del mismo nombre.

Tal y como se ha mencionado, el **Proyecto** se compone de las siguientes secciones:

- **Sección 1**. Gasoducto desde **EM** Cactus hacia a la **EM** 2 (anteriormente denominado Cuxtal Fase I). Se cuenta con un gasoducto de 36" Ø de 14.359 km de longitud y franja de seguridad de 15 metros de ancho, en donde se requerirá la modificación de la **EM** Cactus.
- **Sección 2**. Gasoducto de interconexión del **CPGNP** a **EM2**, Gasoducto desde **EM2**, hasta a la **EM3** y, finalmente, a la **CS1** (anteriormente denominado Ducto de Gas Natural Nuevo Pemex- Cd Pemex). Se cuenta con un gasoducto de 30" Ø de 79.408 km de longitud y FRANJA DE SEGURIDAD de 12 metros de ancho y se requerirá la ampliación de la **EM2** junto con la reconfiguración de la **EM**3 y el rediseño de la estación **CS1**.
- **Sección 3**. Gasoducto de interconexión de la **EM** de Cd. Pemex del **CPGCP** a estación **CS1** y gasoducto derivado de **CS1** con llegada a la estación **CS2** (anteriormente denominado Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida - Valladolid). Se cuenta con un gasoducto de 24" Ø de 261.755 km de longitud y franja de seguridad de 15 metros de ancho, un ramal de interconexión de 10" Ø de 1.1 km con **ERM CFE ERM** CC Campeche y se requerirá la incorporación de un gasoducto de 20" Ø denominado Loop 1 de 263.224 kilómetros de longitud, la repotenciación de la estación **CS2** y el reforzamiento de 7.5 kilómetros de longitud del ducto existente.
- **Sección 4**. Gasoducto de Estación de Compresión CS2, hasta la llegada con la Trampa de Diablos Mérida y ramales existentes para suministro a los usuarios del sistema (anteriormente denominado Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida – Valladolid). Se cuenta con un gasoducto de 22" Ø de 266.29 km de longitud y franja de seguridad de 15 metros de ancho, ramal de interconexión de 4" Ø de 681 metros con ERM GNC, y se requerirá la incorporación de un gasoducto de 24" Ø denominado loop 2 de

269.775 kilómetros de longitud y el reforzamiento de 7.9 kilómetros de longitud del ducto existente.

- **Sección 5.** Gasoducto de Trampa de Diablos Mérida hacia la Estación de Medición Mérida II/III y ramales existentes para suministro a los usuarios del sistema. Se cuenta con un gasoducto de 10” Ø de 3.043 km de longitud y franja de seguridad de 15 metros de ancho, dos ERM CFE Mérida II, III y ERM Mérida West y se requerirá la incorporación de un gasoducto de 16” Ø denominado loop 4 de 3.535 kilómetros de longitud, así como dos nuevas Estaciones de Medición denominadas CFE Mérida IV y Engie Mérida Industrial.
- **Sección 6**. Gasoducto de Trampa de Diablos Mérida, hacia a la Estación de Medición Valladolid CC/III del sistema (anteriormente denominado Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida – Valladolid). Se cuenta con un gasoducto de 16” Ø de 160.462 km de longitud y franja de seguridad de 15 metros de ancho, dos ERM CFE Valladolid CC, III, ramal de interconexión Clúster Mérida de 4” Ø de 3.377 km con ERM Clúster Mérida, Ciy Gate Umán y ERM Pollos y se requerirá la incorporación de un gasoducto de 24” Ø denominado loop 3 de 160.462 kilómetros de longitud, la instalación de una nueva Estación de Medición denominada EM CFE Valladolid IV, así como el reforzamiento del ducto existente en 1.6 kilómetros**.**

En este sentido, las obras existentes y las obras nuevas para cada sección se indican a continuación:

Sección I (EM Cactus a EM2)

Obras existentes

- Estación de Medición Cactus (EM Cactus) existente; y
- Gasoducto de 36” Ø de 14.359 km existente.

Obras nuevas

- Reconfiguración de la EM Cactus.

Sección II (EM2 a EM3/CS1)

Obras existentes

- Estación de Medición 2 (EM2) existente;
- Gasoducto de 30” Ø y 79.408 km existente;
- Gasoducto de interconexión con CPGNP de 30” Ø y 165 m existente; y
- Válvulas de seccionamiento MLV-2-1/MLV-2-2.

Obras nuevas

- Reconfiguración/Ampliación de la EM 2.

Sección III (EM3/CS1 a CS2)

Obras existentes

- Ducto de interconexión de 24” y 5.064 km de CPGCP a EM3;
- Estación de Medición 3 (EM3) existente;
- Compresión (CS1) existente;
- Gasoducto de 24” Ø de 261.755 km existente;
- Ramal de interconexión de 10” Ø CFE CC Campeche de 1.1 km existente;
- EMR CFE CC Campeche existente; y
- Válvulas de seccionamiento MLV-1, MLV-2, MLV-3, MLV-4, MLV-5, MLV-6, MLV-7, MLV-8.

Obras Nuevas

- Reconfiguración de la EM3;
- Gasoducto de 20” Ø Loop 1 de 263.224 km;
- Válvulas de seccionamiento nuevas MLV-01A, MLV-02A, MLV-03A, MLV-04A, MLV-05A, MLV-06A, MLV-07A, MLV-08A;
- Loop 1 Acopio temporal de materiales No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8;
- Reconfiguración de la CS1; y
- Reforzamiento del gasoducto existente de 24” Ø en 7.5 km.

Sección IV (EM3/CS1 a CS2)

Obras existentes

- Estación de compresión CS2 existente;
- Trampa de diablos, Mérida existente;
- Gasoducto de 22” Ø de 266.29 km existente;
- ERM GNC existente;

- Ramal GNC de 4” Ø de 0.730 km existente;
- Válvulas de seccionamiento MLV-9, MLV-10, MLV-11, MLV-12, MLV-13, MLV-14, MLV-15, MLV-16 existente;

Obras nuevas

- Gasoducto de 24” Ø Loop 2 de 269.775 km;
- Válvulas de seccionamiento MLV-09A, MLV-10A, MLV-11A, MLV-12A, MLV-13A, MLV-14A, MLV-15A, MLV-16A nuevo;
- Loop 2 Acopio temporal de materiales No. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 nuevos;
- Repotenciación de la CS2; y
- Reforzamiento del gasoducto existente de 22” Ø en 7.9 km.

Sección V (TRD Mérida a EM CFE Mérida IV)

Obras existentes

- Gasoducto de 10” Ø de 3.043 km existente;
- ERM Mérida West existente;
- EM Mérida II existente; y
- EM Mérida III existente.

Obras nuevas

- Gasoducto de 16” Ø de 3.535 km;
- EM CFE Mérida IV nuevo; y
- EM Engie Industrial nuevo.

Sección VI (TRD Mérida a CFE Valladolid IV)

Obras existentes

- Gasoducto de 16” Ø de 160.462 km existente;

- ERM Clúster Mérida existente;
- Ramal Clúster Mérida de 4” Ø de 3.377 km existente;
- ERM Pollos existente;
- City Gate Umán existente;
- ERM CC Valladolid existente;
- ERM Valladolid III existente;
- Válvula de seccionamiento MLV-17, 18, 19, 20, 21 existente; y
- Válvula troncal Interconexión IGSMX Dondé y Lee existente.

Obras nuevas

- Loop 3 Gasoducto de 24” Ø de 160.462 km;
- EM CFE Valladolid IV;
- Loop 3 Acopio temporal de materiales No. 17, 18, 19, 20, 21, 22;
- Válvulas de seccionamiento MLV-17A, 18A, 19A, 20A, 21A nuevas y
- Reforzamiento del gasoducto existente de 16” Ø en 1.6 km.

Figura 2. Diagrama de flujo del sistema de transporte del **Proyecto**.

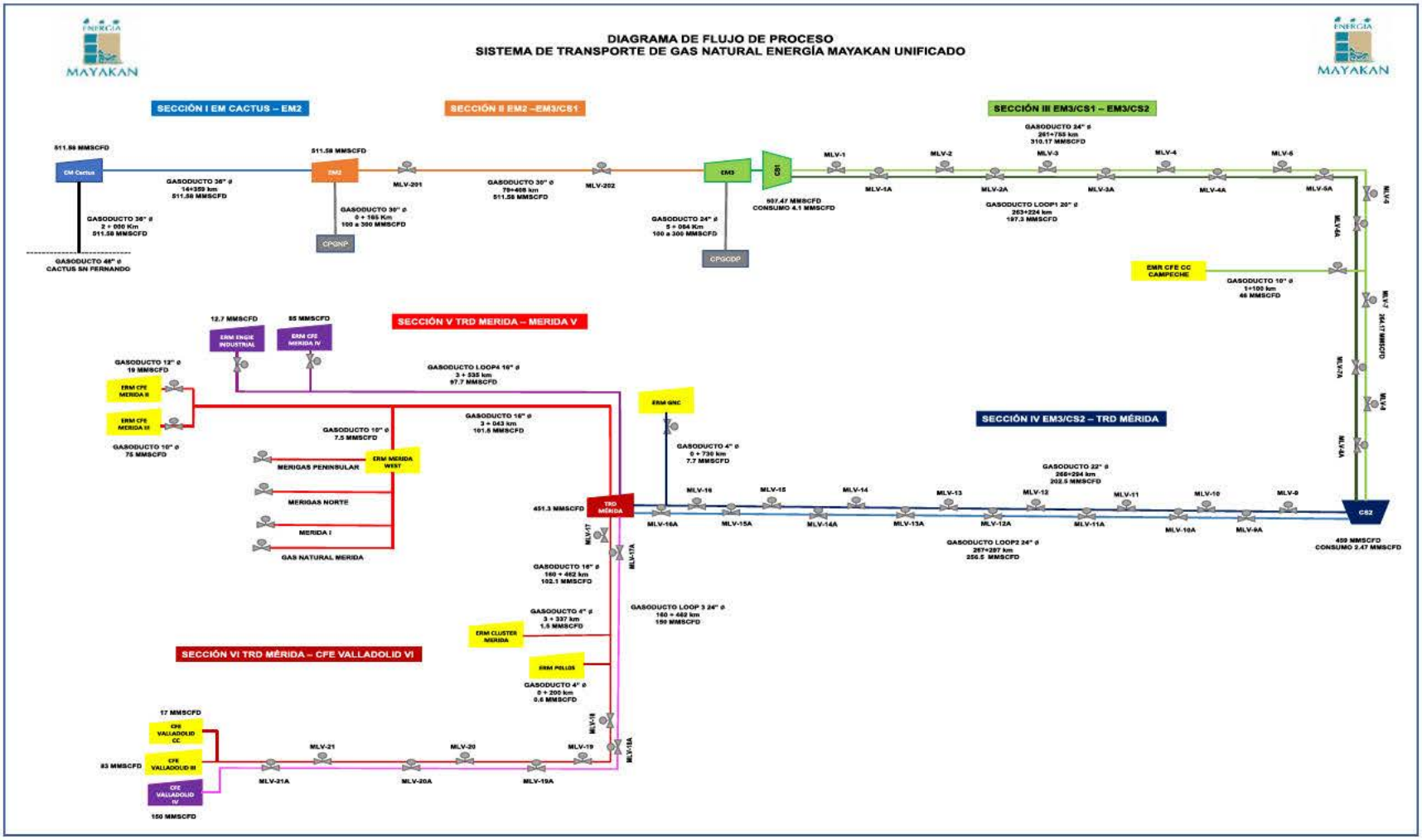


Tabla 12. Ubicación geográfica del **Proyecto.**

Segmento	Origen	Destino	Diámetro (s) (in)	Longitud (m)	Municipios o alcaldías que cruza	Entidades federativas	Derivaciones e interconexiones
Sección 1	Estación de Medición (EM Cactus)	Estación de Medición (EM2)	36	14,359.00	Reforma	Chiapas	Sin derivaciones o interconexiones.
Sección 2	Estación de Medición (EM2)	Estación de Medición (EM3)	30	79,408.00	Reforma y Juárez Centro, Jalapa y Macuspana	Chiapas y Tabasco	Interconexión con gasoducto 30" de Centro Procesador de Gas Nuevo PEMEX (165 metros) en EM2.
Sección 3	Estación de Compresión N°1 (CS1)	Estación de Compresión N°2 (CS2)	24 Loop1 20	261,755.00 263,224.00	Centro, Jalapa y Macuspana.	Tabasco	Interconexión con gasoducto 24" de Centro Procesador de Gas Ciudad PEMEX (6,911 metros) en EM3.
					Macuspana y Emiliano Zapata.	Tabasco	Ramal de 10" de CFE CC Campeche (1,100 metros).
					Palenque y Catazajá.	Chiapas	
					Palizada, Carmen, Escárcega y Champotón.	Campeche	
Sección 4	Estación de Compresión N°2 (CS2)	Trampa de Diablos Mérida (TRD)	22 Loop2 24	266,290.00 269,775.00	Champotón, Seybaplaya, Campeche, Tenabo, Hecelchakán y Ca kiní.	Campeche	Ramal de 4" de ERM GNC (730 metros)
					Halachó, Maxcanú, Kopomá, Chocolá, Umán y Mérida	Yucatán	
Sección 5	Trampa de Diablos Mérida (TED)	ERM CFE MERIDA II ERM CFE MERIDA III	10	3,043.00	Mérida, Umán, Kanasín	Yucatán	Ramal de 12" de ERM CFE MERIDA II Ramal de 10" de ERM CFE MERIDA II.

Segmento	Origen	Destino	Diámetro (s) (in)	Longitud (m)	Municipios o alcaldías que cruza	Entidades federativas	Derivaciones e interconexiones
							Ramal de 10" de ERM MERIDA WEST.
	Trampa de Diablos Mérida (TED)	ERM ENGIE INDUSTRIAL EM CFE MERIDA IV	Loop4 16	3,535.00			ERM ENGIE INDUSTRIAL ERM CFE MERIDA IV
Sección 6	Trampa de Diablos Mérida (TED)	ERM CFE CC VALLADOLID ERM CFE VALLADOLID III	16	160,462.00	Mérida, Umán, Kanasín, Acanceh, Seyé, Tixkobob, Tahmek, Hoctún, Xocchel, Kantunil, Izamal, Kantunil, Sudzal, Yaxcabá, Tinum Uayma y Valladolid	Yucatán	Ramal de 4" de ERM Clúster Mérdida (3,337 metros) Ramal de 4" de ERM Pollos (200 metros) ERM CFE CC VALLADOLID ERM CFE VALLADOLID III
	Trampa de Diablos Mérida (TED)	EM CFE VALLADOLID IV	Loop3 24	160,462.00			ERM CFE VALLADOLID III

Tabla 13. Especificaciones de los ductos.

Sección	Origen (km)	Destino (km)	Espesor (mm)(in)	Diámetro (in)	Prueba de presión hidrostática (kg/cm²)	Especificación tubo	Código diseño	Presión de operación (kg/cm²)	
								Mínima	Máxima
Sección 1	00+000	14+359	15.875 (0.620) 19.05 (0.750)	36	133.34	API 5L X70	ASM B31.8	56.00	84.37
Interconexión CPGNP	00+000	0+165	15.875 (0.620) 19.05 (0.750)	30	133.34	API 5L X70	ASM B31.8	55.00	59.0
Interconexión CPGCDP	00+000	5+064	7.823 (0.308) 8.738 (0.344) 9.398 (0.370) 11.430 0.450)	24	142.86	API 5L X65	ASM B31.8	85.00	90.00
Sección 2	00+000	79+408	9.53 (0.375) 11.91 (0.468) 15.88 (0.625)	30	142.86	API 5L X65	ASME B31.8	45.00	84.37
Sección 3	00+000	261+755	7.823 (0.308) 8.738 (0.344) 9.398 (0.370) 11.430 0.450)	24	142.86	API 5L X65	ASME B31.8	55.00	84.37
Loop1	00+000	263+224	7.823 (0.308) 8.738 (0.344) 9.398 (0.370) 11.430 0.450)	20	1.25 x PMO	API 5L X70	ASME B31.8 NOM-007-ASEA-2016	39.37	82.53

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

Sección	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas UTM	Espesor (mm)(in)	Diámetro (in)	Prueba de presión hidrostática (kg/cm²)	Especificación tubo	Código diseño	Presión de operación (kg/cm²)	
									Mínima	Máxima
Ramal CFE CC CAMPECHE	00+000	1+100	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	6.02 (0.237)	10	133.34	API 5L X65	ASME B31.8	26.35	72.60
Sección 4	00+000	266+29		7.188 (0.283) 8.610 (0.338) 10.338 (0.407)	22	142.86	API 5L X65	ASME B31.8	55.00	84.37
Loop2	00+000	269+775		7.188 (0.283) 8.610 (0.338) 10.338 (0.407)	24	1.25 x PMO	API 5L X70	ASME B31.8 NOM-007-ASEA-2016	55.00	84.37
Ramal ERM GNC	00+000	0+730		6.02 (0.237)	4	1.25 x PMO	API 5L GR X-42	ASME B31.8 NOM-007-SECRE-2010	35.00	84.37
Sección 5	00+000	3+043		6.35 (0.250) 7.92 (0.312)	16	142.86	API 5L X65	ASME B31.8	55.00	84.37
Loop4	00+000	3+535		6.35 (0.250) 7.92 (0.312)	16	1.25 x PMO	API 5L X65	ASME B31.8 NOM-007-ASEA-2016	55.00	84.37
Ramal ERM Mérida West	00+000	0+850		6.35 (0.250) 7.92 (0.312)	10	1.25 x PMO	API 5L X65	ASME B31.8	55.00	84.37
Ramal ERM CFE CC Mérida II y III	00+000	0+850		6.35 (0.250) 7.92 (0.312)	12	1.25 x PMO	API 5L X65	ASME B31.8	55.00	84.37

Sección	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas UTM		Espesor (mm)(in)	Diámetro (in)	Prueba de presión hidrostática (kg/cm²)	Especificación tubo	Código diseño	Presión de operación (kg/cm²)	
			Inicio	Fin						Mínima	Máxima
Ramal ERM CFE CC Mérida II	00+000	0+850	[redacted]		6.35 (0.250) 7.92 (0.312)	10	1.25 x PMO	API 5L X65	ASME B31.8	55.00	84.37
Sección 6 Loop3	00+000	160+462			6.35 (0.250) 7.92 (0.312)	16	142.86	API 5L X65	ASME B31.8 NOM-007-ASEA-2016	35.00	84.37
Ramal ERM Clúster Mérida	00+000	3+377			6.02 (0.237)	4	53.82	API 5L GR X-42	ASME B31.8 NOM-007-ASEA-2016	20.00	84.37
Ramal ERM Pollos	00+000	0+200			6.02 (0.237)	4	53.82	API 5L GR X-42	ASME B31.8	20.00	84.37

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

C. Tipo de recubrimiento anticorrosivo.

La prevención de la corrosión externa en tubería de acero enterrada o sumergida se efectúa mediante la aplicación de revestimientos anticorrosivos y sistemas de protección catódica, con el propósito de tener tuberías seguras y en buenas condiciones de operación. Para evitar problemas de corrosión externa en la tubería enterrada, fue aplicado recubrimiento epóxico adherido por fusión (FBE-Fusion Bonded Epoxy), basándose en los requerimientos ISO, NACE, así como de la norma CSA-Z245.20-10 " Plant-applied external fusion bond epoxy coating for steel pipe. Para tubería especial en cruces el FBE fue reforzado con protección mecánica adicional.

En el total del sistema de transporte se aplica y adhiere recubrimiento anticorrosivo a la superficie externa de los ductos metálicos para protegerla contra los efectos corrosivos producidos por el medio ambiente. Los recubrimientos empleados en el sistema de transportes se enlistan a continuación:

Tabla 14. Descripción de los recubrimientos empleados.

Descripción de los requisitos de recubrimiento	CS1, Lado frío	CS1, Lado caliente	25 km corriente abajo de CS1	238 km a CS2	CS2, Lado frío	CS2, Lado caliente	CS2 a CS3	CS3, Lado frío	CS3 Lado caliente	CS3 hasta el final
Revestimiento del gasoducto	1L BE	2L FBE	2L FBE	1L FBE	1L FBE	1L FBE	1L FBE	1L FBE	1L FBE	1L FBE
Realce de cruce horadado	PU/EX	PU/EX	PU/EX	PU/EX	PU/EX	PU/EX	PU/EX	PU/EX	PU/EX	PU/EX
Revestimiento de ducto, preferido	EPOXY	2L FBE	2L FBE	1L FBE	EPOXY	EPOXY	1L FBE	EPOXY	EPOXY	1L FBE
Recubrimiento conjunto, Opción 1	1L FBE	FC EXP	FC EXP	EPOXY	1L FBE	1L FBE	EPOXY	1L FBE	1L FBE	EPOXY
Revestimiento de ducto, opción 2	EHSS	NONE	NONE	EHSS	EHSS	EHSS	EHSS	EHSS	EHSS	EHSS
Válvulas	EPOXY	FC EXP	FC EXP	EPOXY	EPOXY	EPOXY	EPOXY	EPOXY	EPOXY	EPOXY

CS: en el encabezado de la columna se refiere a estación de compresión.

1L FBE: indica un epóxido de capa única fijado por fusión, con bajos resultados de desunión catódica a temperaturas más elevadas. Específicamente, NapGuard 2501 ó 3M 6233. El espesor de película es 0,35mm (14 mils).

2L FBE: indica un epóxido de doble capa y fijado por fusión para temperaturas superiores a 70°C (158 F). El espesor de la película es de 0,6 mmm (24 mils). Específicamente, Nap-Guard Gold Dual Powder System 2501/2504 o 3M Dual Coat 6233/6251.

PU/EX: indica un poliuretano aplicado por atomización en caliente, de 1,0 mm (40 mils) de espesor o un epóxido de altos sólidos aplicado sobre el revestimiento FBE para dar resistencia a la abrasión durante la inserción en cruces horadados. Específicamente, SPC Zebron, o poliuretano Kima Val-Pipe 100, oepóxido Powercrete Black, u otros aprobados por Bechtel MET.

EPOXY: indica un epóxido aplicado en forma líquida con resistencia termal a 70°C (158°F). Específicamente, Denso Protal 7000HP aplicado a un espesor de 0,6 mm (24 mils), Powercrete J aplicado a un espesor de 1,0 mm (40 mils), u otros aprobados por Bechtel MET.

FC EXP: indica un epóxido modificado de alto peso molecular aplicado en forma líquida para servicio a más de 70°C (158°F). El espesor de la película es de 0,6 mm (24 mils). Se requiere curado forzado a 60°C (140°F) durante 3 horas. Específicamente Denso Protal 7000XP u otros aprobados por Bechtel MET.

EHSS: indica una camisa de contracción por calor a base de epóxido adecuada para temperatura de operación de hasta 80°C (176°F). Específicamente, Raychem HTLP 80-B.

Tabla 15. Diseño del sistema de protección catódica: Rectificadores.

Nombre o segmento del ducto	Nombre del rectificador	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	Inicio de área de influencia (km)	Fin de área de influencia (km)	Tipo
Sección 1	EM Cactus		0+000	14+359	-
Sección 2	EM2 Reforma Planta Lodos Chiapas		0+000	79+547	CPS1 EXTENSIÓN # SERIE 142346
	EM3 El Congo Macuspana Tabasco		79+547	0+000	CPS2 EXTENSIÓN # SERIE 142347
Sección 3	CPS 1 El Congo Macuspana Tabasco		6+900	41+230	CS1 0+000, No. Serie: 98132, Mod. CSA-1
	CPS 2 Zapatero, Jonuta Tabasco		41+230	84+550	MLV1 14+679, No. Serie: 98137, Mod. CSA-1
	CPS 3 Usumacinta Catazajá Chiapas		84+550	132+909	MLV2 26+899, No. Serie: 98138, Mod. CSA-1
	CPS 4 Centauro del Norte Carmen Campeche		132+909	170+284	MLV 4 12+304, No. Serie: 98135, Mod. CSA-1
	CPS 5 Ojo de Agua Carmen Campeche		170+284	186+519	MLV 5 Km. 18+637, No. Serie: 98134, Mod. CSA-1
	CPS 6 KM 4 Carr Chicbul Carmen Campeche		186+519	0+000	MLV 6 4+323, No. Serie: 98142, Mod. CSA-1. FUERA DE OPERACIÓN POR VANDALISMO
Sección 3 Loop1	Definidos en las especificacione		ontratista en la etapa de construcción		
Sección 4	CPS 7		0+000	43+890	0+000. CPS 7 CHAMPOTÓN. No. Serie 98145. Mod. CSA 1.
	CPS 8 Moquel		43+890	89+136	MLV9 12+839, CPS 8 MOQUEL. No. Serie 98133. Mod. CSA-1.
	CPS9 Lerma		89+136	127+441	MLV10 27+410, CPS9 LERMA. No. Serie 98131. Mod. CSA-1.
	10 Hampolol		127+441	170+140	No. Serie 98130. Mod. CSA 1. FUERA DE OPERACIÓN
	11 Hecelchakan		170+140	219+810	No. Serie 98136. Mod. CSA 1.
	12 Maxcanú		219+810	25+330	No. Serie 98139. Mod. CSA 1.
Sección 4 Loop2	Definidos en las especificacione		ontratista en la etapa de construcción		
Sección 5 Loop4	Definidos en las especificaciones de diseño para ser propuestos por el contratista en la etapa de construcción				

Nombre o segmento del ducto	Nombre del rectificador	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	Inicio de área de influencia (km)	Fin de área de influencia (km)	Tipo
Sección 6	CPS13 Umán Yucatán		25+330	47+717	No. Serie 98144. Mod. CSA 1.
	CPS14 KM 37 Carretera Mérida-Valladolid Tamek Yucatán		47+717	78+839	No. Serie 98140. Mod. CSA 1.
	CPS15 Kantunil Yucatán		78+839	126+627	No. Serie 98141. Mod. CSA 1. FUERA DE OPERACIÓN
	CPS16 Piste Tinum Yucatán		126+627	160+879	No. Serie 98143. Mod. CSA 1.
	CPS17 Estación Valladolid, Ebtun Yucatán		160+879	5+064	No. Serie 98146. Mod. CSA 1.
Sección 6 Loop3	Definidos en las especificacione		ontratista en la etapa de construcción		
CS1	CPS1-A CS1		-	-	No. Serie 98720. Mod. CSA 3M
CS2	CPS7-A CS2		-	-	No. Serie 2050176. Mod. CSA 3M
Ramal Clúster Mérida	CPS Nova		-	-	No. Serie 07.19-997. Mod. RE-10/10-1

Tabla 16. Diseño del sistema de protección catódica: camas anódicas.

Nombre de la cama anódica	Ubicación (km) y/o coordenadas	Tipo
CPS Cuxtal	0+000	Pozo profundo
CPS EM3	0+000	Pozo profundo
CPS EM3	79+547	Pozo profundo
CPS 1	6+900	Pozo profundo
CPS 2	47+085	Pozo profundo
CPS 3	89+823	Pozo profundo
CPS 4	138+390	Pozo profundo
CPS 5	177+500	Pozo profundo
CPS 6	221+840	Pozo profundo
CPS 7	266+600	Pozo profundo
CPS 8	311+600	Pozo profundo
CPS 9	356+543	Pozo profundo
CPS 10	393+000	Pozo profundo
CPS 11	435+900	Pozo profundo
CPS 12	485+618	Pozo profundo
CPS 13	532+100	Pozo profundo
CPS 14	580+000	Pozo profundo
CPS 15	610+700	Pozo profundo
CPS 16	658+100	Pozo profundo
CPS 17	692+400	Pozo profundo
CPS1-A CS1	5+064	Ánodos distribuidos
CPS7-A CS2	267+101	Ánodos distribuidos
CPS Nova	0+009	Pozo profundo

Tabla 17. Diseño del sistema de protección catódica: postes de medición de tubo/suelo.

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
Sección 1 EM Cactus – EM2	1	0+002	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	2	0+822		
	3	1+749		
	4	2+634		
	5	2+832		
	6	3+472		
	7	3+806		
	8	4+282		
	9	4+374		
	10	4+379		
	11	4+387		
	12	4+392		
	13	4+474		
	14	5+444		
	15	6+184		
	16	6+493		
	17	6+641		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	18	7+379	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	19	7+719		
	20	8+882		
	21	9+492		
	22	10+018		
	23	10+023		
	24	10+035		
	25	10+054		
	26	10+088		
	27	10+244		
	28	10+570		
	29	10+817		
	30	10+820		
	31	10+850		
	32	11+980		
	33	12+755		
	34	13+315		
	35	13+321		
	36	13+736		
	37	13+740		
	38	13+745		
	39	14+059		
	40	14+066		
	41	14+270		
Sección 2 EM2 – CS1	P01	0+035,		
	P02	0+168		
	P03	1+000		
	P04	1+750		
	P05	1+767		
	P06	1+773		
	P07	2+035		
	P08	2+363		
	P09	2+367		
	P10	2+389,		
	P11	2+394		
	P12	2+398		
	P13	4+000		
	P14	4+623		
	P15	4+746		
	P16	6+270		
	P17	7+753		
	P18	9+435		
	P19	10+185		
	P20	10+502		
	P21	11+141		
	P22	11+759		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	P23	13+180	[redacted]	
	P24	14+501		
	P25	15+744		
	P26	17+154		
	P27	19+000		
	P28	20+000		
	P29	20+175		
	P30	21+000		
	P31	21+850		
	P32	22+912		
	P33	23+900		
	P34	24+878		
	P35	24+893		
	P36	24+900		
	P37	25+369		
	P38	26+833		
	P39	28+444		
	P40	29+104		
	P41	32+115		
	P42	33+265		
	P43	34+114		
	P44	34+677		
	P45	35+826		
	P46	36+321		
	P47	37+442		
	P48	38+231		
	P49	40+107		
	P50	41+538		
	P51	42+471		
	P52	43+856		
	P53	44+987		
	P54	45+878		
	P55	47+114		
	P56	48+378		
	P57	48+654		
	P58	49+853		
	P59	49+972		
	P60	51+049		
	P61	51+951		
	P62	52+899		
	P63	54+157		
	P64	55+381		
	P65	56+700		
	P66	57+543		
	P67	58+279		
	P68	58+742		

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

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	P69	59+385	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	P70	59+758		
	P71	59+821		
	P72	60+752		
	P73	62+000		
	P74	63+225		
	P75	64+813		
	P76	65+804		
	P77	66+808		
	P78	68+001		
	P79	68+964		
	P80	70+191		
	P81	71+753		
	P82	72+558		
	P83	73+459		
	P84	75+000		
	P85	76+703		
	P86	78+000		
	P87	79+528		
	P-88	79+545		
Sección 3	CS1-CPS1-P01	1+670		
	CS1-CPS1-P02	3+329		
	CS1-CPS1-P03	4+647		
	CS1-CPS1-P04	6+228		
	CS1-CPS1-P05	7+482		
	CS1-CPS1-CAJA N	9+015		
	CS1-CPS1-P06	9+369		
	CS1-CPS1-P07	10+728		
	CS1-CPS1-P08	12+925		
	CS1-CPS1-P09	14+021		
	CS1-CPS1-P10	15+127		
	CS1-CPS1-P11	16+723		
	CS1-CPS1-P12	18+363		
	CS1-CPS1-P13	19+807		
	CS1-CPS1-P14	21+030		
	CS1-CPS1-P15	22+627		
	CS1-CPS1-CAJA N	23+156		
	CS1-CPS1-P16	23+156		
	CS1-CPS1-P17	23+410		
	CS1-CPS1-P18	23+438		
	CS1-CPS1-P19	24+052		
	CS1-CPS1-P20	25+365		
	MLV1-CPS1-P01	26+600		
	MLV1-CPS1-P02	26+918		
	MLV1-CPS1-P03	27+315		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	MLV1-CPS1-CRUCE	27+315	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	MLV1-CPS1-P04	29+692		
	MLV1-CPS1-P05	31+265		
	MLV1-CPS1-P06	32+415		
	MLV1-CPS1-P07	33+789		
	MLV1-CPS1-P08	34+936		
	MLV1-CPS1-P09	36+384		
	MLV1-CPS1-P10	38+246		
	MLV1-CPS1-P11	39+812		
	MLV1-CPS1-P12	41+028		
	MLV1-CPS2-P13	41+878		
	MLV1-CPS2-P14	43+503		
	MLV1-CPS2-P15	43+871		
	MLV1-CPS2-P16	46+726		
	MLV1-CPS2-P17	47+639		
	MLV1-CPS2-P18	48+996		
	MLV1-CPS2-P19	50+656		
	MLV1-CPS2-P20	51+791		
	MLV1-CPS2-P21	53+173		
	MLV1-CPS2-P22	54+357		
	MLV1-CPS2-P23	57+030		
	MLV2-CPS2-P01	57+755		
	MLV2-CPS2-P02	58+611		
	MLV2-CPS2-P03	59+956		
	MLV2-CPS2-P04	61+118		
	MLV2-CPS2-P05	62+816		
	MLV2-CPS2-P06	64+612		
	MLV2-CPS2-P07	65+744		
	MLV2-CPS2-P08	67+452		
	MLV2-CPS2-P09	68+512		
	MLV2-CPS2-P10	70+194		
	MLV2-CPS2-P11	72+608		
	MLV2-CPS2-P12	72+971		
	MLV2-CPS2-P13	76+846		
	MLV2-CPS2-P14	78+657		
	MLV2-CPS2-P15	80+005		
	MLV2-CPS2-P16	81+959		
	MLV2-CPS2-P17	83+659		
	MLV2-CPS2-P18	84+206		
	MLV2-CPS3-P19	86+378		
	MLV2-CPS3-P20	87+772		
	MLV3-CPS3-P01	89+206		
	MLV3-CPS3-P02	91+025		
	MLV3-CPS3-P03	91+465		
	MLV3-CPS3-P04	92+934		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	MLV3-CPS3-P05	93+920	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	MLV3-CPS3-P06	95+160		
	MLV3-CPS3-P07	96+122		
	MLV3-CPS3-P08	97+836		
	MLV3-CPS3-P09	98+921		
	MLV3-CPS3-P10	100+267		
	MLV3-CPS3-P11	101+954		
	MLV3-CPS3-P12	103+706		
	MLV3-CPS3-P13	105+439		
	MLV3-CPS3-P14	106+489		
	MLV3-CPS3-P15	108+680		
	MLV3-CPS3-P16	110+128		
	MLV3-CPS3-P17	111+819		
	MLV3-CPS3-P18	113+664		
	MLV3-CPS3-P19	115+161		
	MLV3-CPS3-P20	116+294		
	MLV3-CPS3-P21	117+734		
	MLV3-CPS3-P22	119+649		
	MLV4-CPS3-P01	120+496		
	MLV4-CPS3-P02	122+361		
	MLV4-CPS3-P03	123+635		
	MLV4-CPS3-P04	125+040		
	MLV4-CPS3-P05	126+963		
	MLV4-CPS3-P06	128+429		
	MLV4-CPS3-P07	130+156		
	MLV4-CPS3-P08	131+717		
	MLV4-CPS3-P09	132+797		
	MLV4-CPS4-P10	134+550		
	MLV4-CPS4-P11	136+026		
	MLV4-CPS4-P12	137+489		
	MLV4-CPS4-P13	139+209		
	MLV4-CPS4-P14	140+341		
	MLV4-CPS4-P15	141+899		
	MLV4-CPS4-P16	143+166		
	MLV4-CPS4-P17	144+745		
	MLV4-CPS4-P18	146+128		
	MLV4-CPS4-P19	147+722		
	MLV4-CPS4-P20	149+232		
	MLV4-CPS4-P21	150+984		
	MLV5-CPS4-P01	151+535		
	MLV5-CPS4-P02	152+851		
	MLV5-CPS4-P03	154+056		
	MLV5-CPS4-P04	154+535		
	MLV5-CPS4-P05	156+024		
	MLV5-CPS4-P06	158+763		
	MLV5-CPS4-P07	160+337		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	MLV5-CPS4-P08	161+990	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	MLV5-CPS4-P09	163+559		
	MLV5-CPS4-P10	165+018		
	MLV5-CPS4-P11	166+559		
	MLV5-CPS4-P12	167+958		
	MLV5-CPS4-P13	169+870		
	MLV5-CPS4-P14	170+988		
	MLV5-CPS4-P15	171+921		
	MLV5-CPS5-P16	173+651		
	MLV5-CPS5-P17	175+237		
	MLV5-CPS5-P18	176+947		
	MLV5-CPS5-P19	178+006		
	MLV5-CPS5-P20	179+464		
	MLV5-CPS5-P21	181+020		
	MLV6-CPS5-P01	182+116		
	MLV6-CPS5-P02	183+702		
	MLV6-CPS5-P03	185+301		
	MLV6-CPS5-P04	186+683		
	MLV6-CPS5-P05	187+899		
	MLV6-CPS5-P06	189+004		
	MLV6-CPS5-P07	190+145		
	MLV6-CPS5-P08	192+040		
	MLV6-CPS5-P09	193+523		
	MLV6-CPS5-P10	195+282		
	MLV6-CPS5-P11	196+370		
	MLV6-CPS5-P12	198+583		
	MLV6-CPS5-P13	199+916		
	MLV6-CPS5-P14	201+513		
	MLV6-CPS5-P15	202+931		
	MLV6-CPS5-P16	204+680		
	MLV6-CPS5-P17	206+424		
	MLV6-CPS5-P18	207782		
	MLV6-CPS5-P19	209+530		
	MLV6-CPS5-P20	211+039		
	MLV7-CPS5-P01	211+948		
	MLV7-CPS5-P02	213+982		
	MLV7-CPS5-P03	215+310		
	MLV7-CPS6-P04	216+331		
	MLV7-CPS6-P05	218+008		
	MLV7-CPS6-P06	219+036		
	MLV7-CPS6-P07	220+679		
	MLV7-CPS6-P08	222+282		
	MLV7-CPS6-P09	223+628		
	MLV7-CPS6-P10	225+363		
	MLV7-CPS6-P11	226+442		
	MLV7-CPS6-P12	228+003		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	MLV7-CPS6-P13	229+693	[redacted]	
	MLV7-CPS6-P14	231+635		
	MLV8-CPS6-P01	232+953		
	MLV8-CPS6-P02	234+413		
	MLV8-CPS6-P03	236+206		
	MLV8-CPS6-P04	237+706		
	MLV8-CPS6-P05	239+280		
	MLV8-CPS6-P06	240+549		
	MLV8-CPS6-P07	241+770		
	MLV8-CPS6-P08	243+099		
	MLV8-CPS6-P09	244+573		
	MLV8-CPS6-P10	246+169		
	MLV8-CPS6-P11	247+328		
	MLV8-CPS6-P12	248+791		
	MLV8-CPS6-P13	250+121		
	MLV8-CPS6-P14	251+512		
	MLV8-CPS6-P15	253+243		
	MLV8-CPS6-P16	254+540		
	MLV8-CPS6-P17	255+844		
	MLV8-CPS6-P18	257+219		
	MLV8-CPS6-P19	259+084		
	MLV8-CPS6-P20	259+949		
Sección 4 CS2 -TRD MÉRIDA	CS-2-CPS7-P01	0+969		
	CS-2-CPS7-P02	2+430		
	CS-2-CPS7-P03	5+619		
	CS-2-CPS7-P04	7120		
	CS-2-CPS7-P05	8298		
	CS-2-CPS7-P06	9+874		
	CS-2-CPS7-P07	10+907		
	CS-2-CPS7-P08	12+044		
	CS-2-CPS7-P09	13+461		
	CS-2-CPS7-P10	14+792		
	CS-2-CPS7-P11	16+569		
	CS-2-CPS7-P12	18047		
	CS-2-CPS7-P13	19583		
	CS-2-CPS7-P14	20+682		
	CS-2-CPS7-P15	21+871		
	CS-2-CPS7-P16	23+474		
	CS-2-CPS7-P17	25+434		
	CS-2-CPS7-P18	26+593		
	CS-2-CPS7-P19	27+733		
	CS-2-CPS7-P20	29+523		
	MLV-09-CPS7-P01	31+051		
	MLV-09-CPS7-P02	31+787		
	MLV-09-CPS7-P03	33+182		
	MLV-09-CPS7-P04	34+271		

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

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	MLV-09-CPS7-P05	35+313	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	MLV-09-CPS7-P06	36+505		
	MLV-09-CPS7-P07	37+571		
	MLV-09-CPS7-P08	38+391		
	MLV-09-CPS7-P09	39+758		
	MLV-09-CPS7-P10	40+978		
	MLV-09-CPS7-P11	42+655		
	MLV-09-CPS8-P12	43+952		
	MLV-09-CPS8-P13	45+479		
	MLV-09-CPS8-P14	47+386		
	MLV-09-CPS8-P15	48+549		
	MLV-09-CPS8-P16	49+883		
	MLV-09-CPS8- P17	50+986		
	MLV-09-CPS8-P18	52+460		
	MLV-09-CPS8-P19	53+949		
	MLV-09-CPS8-P20	55+791		
	MLV-09-CPS8-P21	57+232		
	MLV-09-CPS8-P22	58+228		
	MLV-09-CPS8-P23	59+404		
	MLV-09-CPS8-P24	61+238		
	MLV-10-CPS8-P01	61+726		
	MLV-10-CPS8-P02	62+791		
	MLV-10-CPS8-P03	63+751		
	MLV-10-CPS8-P04	65+289		
	MLV-10-CPS8-P05	67+388		
	MLV-10-CPS8-P06	68+934		
	MLV-10-CPS8-P07	70+268		
	MLV-10-CPS8-P08	72693		
	MLV-10-CPS8-P09	73+563		
	MLV-10-CPS8-P10	74+919		
	MLV-10-CPS8-P11	76+218		
	MLV-10-CPS8-P12	77+901		
	MLV-10-CPS8-P13	79+593		
	MLV-10-CPS8-P14	80+903		
	MLV-10-CPS8-P15	82+347		
	MLV-10-CPS8-P16	83+679		
	MLV-10-CPS8-P17	85+039		
	MLV-10-CPS8-P18	86+782		
	MLV-10-CPS8-P19	88+424		
	MLV-10-CPS9-P20	89+655		
	MLV-10-CPS9-P21	91+362		
	MLV-11-CPS9-P01	93+315		
	MLV-11-CPS9-P02	94+735		
	MLV-11-CPS9-P03	96+222		
	MLV-11-CPS9-P04	97+791		
	MLV-11-CPS9-P05	99+279		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	MLV-11-CPS9-P06	100+432	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	MLV-11-CPS9-P07	102+041		
	MLV-11-CPS9-P08	103+564		
	MLV-11-CPS9-P09	105+514		
	MLV-11-CPS9-P10	106+174		
	MLV-11-CPS9-P11	107+534		
	MLV-11-CPS9-P12	108+765		
	MLV-11-CPS9-P13	110+075		
	MLV-11-CPS9-P14	111+377		
	MLV-11-CPS9-P15	113+151		
	MLV-11-CPS9-P16	114+878		
	MLV-11-CPS9-P17	116+455		
	MLV-11-CPS9-P18	117+596		
	MLV-11-CPS9-P19	119+106		
	MLV-11-CPS9-P20	120+778		
	MLV-11-CPS9-P21	121+529		
	MLV-12-CPS9-P01	123+403		
	MLV-12-CPS9-P02	124+577		
	MLV-12-CPS9-P03	125+726		
	MLV-12-CPS10-P04	127+507		
	MLV-12-CPS10-P05	129+160		
	MLV-12-CPS10-P06	130+129		
	MLV-12-CPS10-P07	131+957		
	MLV-12-CPS10-P08	132+937		
	MLV-12-CPS10-P09	134+487		
	MLV-12-CPS10-P10	135+605		
	MLV-12-CPS10-P11	137+305		
	MLV-12-CPS10-P12	139+124		
	MLV-12-CPS10-P13	140+802		
	MLV-12-CPS10-P14	142+428		
	MLV-12-CPS10-P15	144+272		
	MLV-12-CPS10-P16	145+484		
	MLV-12-CPS10-P17	147+292		
	MLV-12-CPS10-P18	148+911		
	MLV-12-CPS10-P19	150+465		
	MLV-12-CPS10-P20	152+329		
	MLV-12-CPS10-P21	153+727		
	MLV-13-CPS10-P01	154+800		
	MLV-13-CPS10-P02	157+536		
	MLV-13-CPS10-P03	159+025		
	MLV-13-CPS10-P04	161+005		
	MLV-13-CPS10-P05	162+738		
	MLV-13-CPS10-P06	164+122		
	MLV-13-CPS10-P07	166+365		
	MLV-13-CPS10-P08	168+228		
	MLV-13-CPS11-P09	170+151		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas	Y coordenadas
	MLV-13-CPS11-P10	172+041	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	MLV-13-CPS11-P11	173+441		
	MLV-13-CPS11-P12	1744+41		
	MLV-13-CPS11-P13	175+501		
	MLV-13-CPS11-P14	176+961		
	MLV-13-CPS11-P15	178+218		
	MLV-13-CPS11-P16	179+712		
	MLV-13-CPS11-P17	181+403		
	MLV-13-CPS11-P18	183+016		
	MLV-13-CPS11-P19	184+411		
	MLV-14-CPS11-P01	186+447		
	MLV-14-CPS11-P02	188+006		
	MLV-14-CPS11-P03	189+506		
	MLV-14-CPS11-P04	190+411		
	MLV-14-CPS11-P05	192+161		
	MLV-14-CPS11-P06	193+412		
	MLV-14-CPS11-P07	195+561		
	MLV-14-CPS11-P08	196+994		
	MLV-14-CPS11-P09	198+807		
	MLV-14-CPS11-P10	199+510		
	MLV-14-CPS11-P11	201+235		
	MLV-14-CPS11-P12	202+956		
	MLV-14-CPS11-P13	204+425		
	MLV-14-CPS11-P14	206+349		
	MLV-14-CPS11-P15	208+054		
	MLV-14-CPS11-P16	209+891		
	MLV-14-CPS11-P17	211+390		
	MLV-14-CPS11-P18	212+779		
	MLV-14-CPS11-P19	214+206		
	MLV-15-CPS11-P01	215+946		
	MLV-15-CPS11-P02	216+800		
	MLV-15-CPS11-P03	218+300		
	MLV-15-CPS11-P04	219+692		
	MLV-15-CPS12-P05	221+219		
	MLV-15-CPS12-P06	222+790		
	MLV-15-CPS12-P07	223+869		
	MLV-15-CPS12-P08	225+034		
	MLV-15-CPS12-P09	225+620		
	MLV-15-CPS12-P10	227+560		
	MLV-15-CPS12-P11	228+967		
	MLV-15-CPS12-P12	230+480		
	MLV-15-CPS12-P13	232+172		
	MLV-15-CPS12-P14	233+543		
	MLV-15-CPS12-P15	234+822		
	MLV-15-CPS12-P16	236+519		
	MLV-15-CPS12-P17	238+000		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	MLV-15-CPS12-P18	239+708	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	MLV-15-CPS12-P19	240+712		
	MLV-16-CPS12-P01	242+664		
	MLV-16-CPS12-P02	243+799		
	MLV-16-CPS12-P03	245+375		
	MLV-16-CPS12-P04	246+672		
	MLV-16-CPS12-P05	248+467		
	MLV-16-CPS12-P06	249+698		
	MLV-16-CPS12-P07	251+128		
	MLV-16-CPS12-P08	252+502		
	MLV-16-CPS12-P09	254+513		
	MLV-16-CPS12-P10	255+949		
	MLV-16-CPS12-P11	257+159		
	MLV-16-CPS12-P12	258+602		
	MLV-16-CPS12-P13	260+494		
	MLV-16-CPS12-P14	261+801		
	MLV-16-CPS12-P15	263+167		
	MLV-16-CPS12-P16	264+813		
Sección 5 TRD Mérida – CFE CC Mérida II y III	-	-		
Sección 6 TRD Mérida – CFE Valladolid	CS-3 CPS13 P01	0+369		
	CS-3 CPS13 P02	2+248		
	CS-3 CPS13 P03	3+442		
	CS-3 CPS13 P04	4+813		
	CS-3 CPS13 P05	6+478		
	CS-3 CPS13 P06	7+813		
	CS-3 CPS13 P07	9+217		
	CS-3 CPS13 P08	11+314		
	CS-3 CPS13 P09	12+704		
	CS-3 CPS13 P10	14+309		
	CS-3 CPS13 P11	15+955		
	CS-3 CPS13 P12	17+698		
	CS-3 CPS13 P13	19+352		
	CS-3 CPS13 P14	20+850		
	CS-3 CPS13 P15	22+150		
	CS-3 CPS13 P16	23+071		
	MLV-17 CPS13 P01	23+673		
	MLV-17 CPS13 P02	24+545		
	MLV-17 CPS13 P03	25+712		
	MLV-17 CPS13 P04	27+438		
	MLV-17 CPS13 P05	28+982		
	MLV-17 CPS13 P06	30+240		
	MLV-17 CPS13 P07	31+437		
	MLV-17 CPS13 P08	32+818		
	MLV-17 CPS13 P09	34+217		
	MLV-17 CPS13 P10	35+862		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	MLV-17 CPS13 P11	37+323	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	MLV-17 CPS13 P12	38+155		
	MLV-17 CPS13 P13	39+352		
	MLV-17 CPS13 P14	40+452		
	MLV-17 CPS13 P15	41+941		
	MLV-17 CPS13 P16	43+448		
	MLV-17 CPS13 P17	44+993		
	MLV-17 CPS13 P18	46+493		
	MLV-17 CPS14 P19	48+085		
	MLV-17 CPS14 P20	49+640		
	MLV-17 CPS14 P21	51+315		
	MLV-18 CPS14 P01	53+037		
	MLV-18 CPS14 P02	54+447		
	MLV-18 CPS14 P03	55+852		
	MLV-18 CPS14 P04	57+506		
	MLV-18 CPS14 P05	58+896		
	MLV-18 CPS14 P06	60+181		
	MLV-18 CPS14 P07	61+791		
	MLV-18 CPS14 P08	63+206		
	MLV-18 CPS14 P09	64+796		
	MLV-18 CPS14 P10	66+160		
	MLV-18 CPS14 P11	67+508		
	MLV-18 CPS14 P12	68+953		
	MLV-18 CPS14 P13	70+260		
	MLV-18 CPS14 P14	71+711		
	MLV-18 CPS14 P15	73+103		
	MLV-18 CPS14 P16	74+897		
	MLV-18 CPS14 P17	76+365		
	MLV-18 CPS14 P18	77+776		
	MLV-18 CPS15 P19	79+227		
	MLV-18 CPS15 P20	81+275		
	MLV-19 CPS15 P01	81+654		
	MLV-19 CPS15 P02	83+025		
	MLV-19 CPS15 P03	84+099		
	MLV-19 CPS15 P04	85+291		
	MLV-19 CPS15 P05	87+231		
	MLV-19 CPS15 P06	88+690		
	MLV-19 CPS15 P07	90+104		
	MLV-19 CPS15 P08	91+377		
	MLV-19 CPS15 P09	92+946		
	MLV-19 CPS15 P10	94+253		
	MLV-19 CPS15 P11	95+815		
	MLV-19 CPS15 P12	97+446		
	MLV-19 CPS15 P13	99+123		
	MLV-19 CPS15 P14	100+615		
	MLV-19 CPS15 P15	102+114		

Nombre o segmento del ducto	Nombre del poste	Ubicación (km) y/o coordenadas (grados decimales)	X coordenadas (grados decimales)	Y coordenadas (grados decimales)
	MLV-19 CPS15 P16	103+763	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	MLV-19 CPS15 P17	105+103		
	MLV-19 CPS15 P18	106+319		
	MLV-19 CPS15 P19	108+239		
	MLV-20 CPS15 P01	108+284		
	MLV-20 CPS15 P02	110+007		
	MLV-20 CPS15 P03	111+859		
	MLV-20 CPS15 P04	112+968		
	MLV-20 CPS15 P05	114+611		
	MLV-20 CPS15 P06	116+293		
	MLV-20 CPS15 P07	117+822		
	MLV-20 CPS15 P08	118+219		
	MLV-20 CPS15 P09	120+690		
	MLV-20 CPS15 P10	122+341		
	MLV-20 CPS15 P11	123+893		
	MLV-20 CPS15 P12	125+265		
	MLV-20 CPS16 P13	127+018		
	MLV-20 CPS16 P14	127+956		
	MLV-20 CPS16 P15	129+347		
	MLV-20 CPS16 P16	130+961		
	MLV-20 CPS16 P17	132+361		
	MLV-20 CPS16 P18	133+971		
	MLV-20 CPS16 P19	135+421		
	MLV-20 CPS16 P20	137+256		
	MLV-21 CPS16 P01	138+965		
	MLV-21 CPS16 P02	140+365		
	MLV-21 CPS16 P03	142+088		
	MLV-21 CPS16 P04	143+445		
	MLV-21 CPS16 P05	144+955		
	MLV-21 CPS16 P06	146+458		
	MLV-21 CPS16 P07	147+650		
	MLV-21 CPS16 P08	149+042		
	MLV-21 CPS16 P09	150+302		
	MLV-21 CPS16 P10	151+510		
	MLV-21 CPS16 P11	152+145		
	MLV-21 CPS16 P12	154+360		
	MLV-21 CPS16 P13	155+569		
	MLV-21 CPS16 P14	156+209		
	MLV-21 CPS16 P15	157+304		
	MLV-21 CPS16 P16	159+153		

Tabla 18. Cruzamientos del **Proyecto**.

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Sección I (EM cactus a EM2)						
Interconexión a la salida de la Estación	Otro	---	No encamisado	0+000	0+120	0.620
				0+120	0+385	
Población cercana, cruzamiento de camino de terracería 1 (12 m) y parte de cruzamiento de cauce 1	No pavimentado	----	No encamisado	0+385	1+066	0.620
Cruzamiento de cauce 1 (complemento)	No pavimentado	----	No encamisado	1+066	1+250	0.620
				1+250	2+476	
Cruzamiento de camino de terracería 2	No pavimentado	----	No encamisado	2+476	2+488	0.750
				2+488	2+678	
Cruzamiento con gasoducto de Ienova	No pavimentado	---	Encamisado	2+542	2+602	0.750
Cruzamiento de carretera 1	Pavimentado	----	Encamisado	2+678	2+702	0.620
Cruzamiento de cauce 2	No pavimentado	----	No encamisado	2+702	2+728	0.620
				2+728	3+031	
Cruzamiento de cauce 3	No pavimentado	----	No encamisado	3+031	3+115	0.620
				3+115	3+690	
Cruzamiento con gasoducto de Ienova	No pavimentado	---	Encamisado	3+254	3+314	0.750
Cruzamiento de carretera 2	Pavimentado	----	Encamisado	3+690	3+714	0.750
				3+714	3+794	
Cruzamiento de cauce 4	No pavimentado	----	No encamisado	3+794	3+806	0.620
				3+806	4+259	
Cruzamiento de ducto de PEMEX 1	No pavimentado	----	No encamisado	4+259	4+307	0.750
				4+307	5+225	

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Cruzamiento de cauce 5	No pavimentado	----	No encamisado	5+225	5+285	0.620
				5+285	5+479	
Población cercana y cruzamiento de camino de terracería 3 (12 m)	No pavimentado	----	No encamisado	5+479	6+268	0.750
				6+268	6+306	
Cruzamiento de carretera 3	Pavimentado	----	Encamisado	6+306	6+366	0.750
				6+366	6+705	
Cruzamiento de camino de terracería 4	No pavimentado	----	No encamisado	6+705	6+717	0.620
				6+717	7+112	
Cruzamiento de cauce 6	No pavimentado	----	No encamisado	7+112	7+124	0.620
				7+124	7+203	
Cruzamiento de carretera 4	Pavimentado	----	Encamisado	7+203	7+227	0.750
				7+227	7+348	
Cruzamiento de línea de transmisión 1	No pavimentado	----	No encamisado	7+348	7+372	0.620
				7+372	7+850	
Cruzamiento con gasoducto de Ienova	No pavimentado	---	Encamisado	7+627	7+687	0.750
Cruzamiento de cauce 7	No pavimentado	----	No encamisado	7+850	7+862	0.620
				7+862	8+046	
Cruzamiento de camino de terracería 5	No pavimentado	----	No encamisado	8+046	8+058	0.620
				8+058	8+129	
Cruzamiento de cauce 8	No pavimentado	----	No encamisado	8+129	8+141	0.620
				8+141	8+357	
Cruzamiento de cauce 9	No pavimentado	----	No encamisado	8+357	8+369	0.620

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
				8+369	9+207	
Cruzamiento de cauce 10	No pavimentado	----	No encamisado	9+207	9+219	0.620
				9+219	9+688	
Cruzamiento de línea de transmisión 2	No pavimentado	----	No encamisado	9+688	9+712	0.620
				9+712	9+716	
Cruzamiento de carretera 5	Pavimentado	----	Encamisado	9+716	9+752	0.750
				9+752	9+951	
Cruzamiento de ducto de PEMEX 2	No pavimentado	----	No encamisado	9+951	9+975	0.750
				9+975	10+008	
Cruzamiento de cauce 11	No pavimentado	----	No encamisado	10+008	10+020	0.620
				10+020	10+118	
Cruzamiento de cauce 12	No pavimentado	----	No encamisado	10+118	10+130	0.620
				10+130	10+486	
Cruzamiento de cauce 13	No pavimentado	----	No encamisado	10+486	10+498	0.620
				10+498	10+627	
Cruzamiento de camino de terracería 6	No pavimentado	----	No encamisado	10+627	10+639	0.620
				10+639	11+002	
Cruzamiento de ducto de PEMEX 3 (24 m) y cruzamiento de cauce 14 (24 m)	No pavimentado	----	No encamisado	11+002	11+050	0.750
				11+050	11+132	
Población cercana, cruzamiento de cauce 15 (12 m), cruzamiento de camino de terracería 7 (12 m) y parte del cruzamiento de cauce 16 (16 m)	No pavimentado	----	No encamisado	11+132	12+052	0.750
Complemento del cruzamiento del cauce 16	No pavimentado	----	No encamisado	12+052	12+180	0.620
				12+180	12+215	

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Cruzamiento de ducto de PEMEX 4	No pavimentado	----	No encamisado	12+215	12+239	0.750
				12+239	12+732	
Cruzamiento de camino de terracería 8	No pavimentado	----	No encamisado	12+732	12+744	0.620
				12+744	12+952	
Cruzamiento de carretera 6	Pavimentado	----	Encamisado	12+952	12+970	0.750
				12+970	13+019	
Cruzamiento de cauce 17 (12 m) y cruzamiento de carretera 7 (18 m)	No pavimentado	----	No encamisado	13+019	13+049	0.620
				13+049	13+582	
Cruzamiento con gasoducto de Ienova	No pavimentado	---	Encamisado	13+217	13+277	0.750
Cruzamiento de ducto de PEMEX 5	No pavimentado	---	Encamisado	13+582	13+630	0.750
				13+630	13+633	
Cruzamiento de carretera 8	Pavimentado	----	Encamisado	13+633	13+651	0.750
				13+651	13+686	
Cruzamiento con gasoducto de Ienova	No pavimentado	---	Encamisado	13+807	13+867	0.750
Cruzamiento de ducto a instalaciones de Pemex (24 m) y llegada a Estación 2	No pavimentado	---	Encamisado	13+686	14+015	0.620
Sección II EM2 a EM3/CS1						
Cruce Etano ducto	Otro	----	No encamisado			0.625
Cruce Etano ducto	Otro	----	No encamisado			0.625
Ductos de 36, 36 & 24 pulg. (km 1+751.76)	Otro	42.254	No encamisado			0.625
Ductos de 36, 36 & 24 pulg. (km 1+751.76)	Otro	42.285	No encamisado			0.625
Ductos de 36, 36 & 24 pulg. (km 1+751.76)	Otro	43.299	No encamisado			0.625

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
REFORMA, CHIAPAS	Alta Tension	---	No encamisado	[redacted]		0.468
Ductos de 16, 8, 8, 8 & 30 pulg. (km 2+365.29)	Otro	34.5245	No encamisado			0.625
Ductos de 16, 8, 8, 8 & 30 pulg. (km 2+365.29)	Otro	34.526	No encamisado			0.625
Ductos de 16, 8, 8, 8 & 30 pulg. (km 2+365.29)	Otro	33.393	No encamisado			0.625
Ductos de 16, 8, 8, 8 & 30 pulg. (km 2+365.29)	Otro	32.9879	No encamisado			0.625
Ductos de 16, 8, 8, 8 & 30 pulg. (km 2+365.29)	Otro	32.8851	No encamisado			0.625
Ducto de 6 pulg. (km 4+610.91)	Otro	26.558	No encamisado			0.625
Rio Tepate	Cuerpo de Agua	5.437	No encamisado			0.468
Rio Pichucalco-Arroyo El Arenal	Cuerpo de Agua	5.075	No encamisado			0.468
Juárez, Chiapas	Alta Tensión	----	No encamisado			0.468
Centro, Tabasco	Alta Tensión	----	No encamisado			0.468
Centro, Tabasco	Alta Tensión	----	No encamisado			0.468
Centro, Tabasco	Alta Tensión	----	No encamisado			0.468
Cruce Etano ducto	Otro	----	No encamisado			0.625
Centro, Tabasco	Alta Tensión	----	No encamisado			0.468
Centro, Tabasco	Alta Tensión	----	No encamisado			0.468
Cruce Etano ducto	Otro	----	No encamisado			0.625
LA Huasteca - Agave	Pavimentado	----	No encamisado			0.750

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Gasoductos 8", 8", 10" (KM. 24+879.907)	Otro	9.22	No encamisado	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP		0.625
Gasoductos 8", 8", 10" (KM. 24+879.907)	Otro	9.211	No encamisado			0.625
Gasoductos 8", 8", 10" (KM. 24+879.907)	Otro	8.8	No encamisado			0.625
Jalapa, Tabasco	Alta Tensión	----	No encamisado			0.468
Rio Teapa	Cuerpo de Agua	6.1619	No encamisado			0.468
Cruce Etano ducto	Otro	----	No encamisado			0.625
Arroyo La Sierra	Cuerpo de Agua	4.996	No encamisado			0.468
Villahermosa-Jalapa	Pavimentado	---	No encamisado			0.750
Rio La Sierra	Cuerpo de Agua	5.442	No encamisado			0.468
Rio Puente Grande	Cuerpo de Agua	6.214	No encamisado			0.468
Oleogasducto 10"	Otro	7.855	No encamisado			0.625
Chipilinar 4TA Sección	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
A.Serdán -E. Chipilinar	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Jalapa, TabascoO	Alta Tensión	----	No encamisado			0.468
Oleogasoducto 10" km 47+034.57	Otro	20.034	No encamisado			0.625
Oleo gasoducto 10 pulg. (km 47+314.60)	Otro	25.463	No encamisado			0.625
CARR. 186 Villahermosa-Chetumal	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Oleogasoducto 10 pulg. (km 48+640.97)	Otro	31.065	No encamisado			0.625

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Jalapa, Tabasco	Alta Tension	----	No encamisado	[redacted]		0.468
Chichonal 1RA-Chichonal 4TA	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Gasoducto 6 pulg. (km 50+566.37)	Otro	11.892	No encamisado			0.625
Buergos-Belén	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Gasoducto 4 pulg, (km 56+876.10)	Otro	19.545	No encamisado			0.625
Macuspana,Tabasco	Alta Tension		No encamisado			0.468
Gasoducto de 4 pulg. (km 58+997.42)	Otro	20.43	No encamisado			0.750
Macuspana,Tabasco	Alta Tension	----	No encamisado			0.468
Línea de Pemex 4 pulg. (km 58+376.64)	Otro	14.758	No encamisado			0.625
Belén-Montelargos	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Oleogasoducto 6 pulg. (km 58+390.67)	Otro	14.351	No encamisado			0.625
Macuspana,Tabasco	Alta Tension	----	No encamisado			0.468
Macuspana,Tabasco	Alta Tension	----	No encamisado			0.468
Belén-La Granja	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Macuspana-B. Juárez	Pavimentado	---	No encamisado			0.750
B. Juárez - Simón Sarlat	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Carr. B. Juárez – San Fernando	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Poliducto 6" (KM 70+264.41)	Otro	21.924	No encamisado			0.625

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Carr. Carmén Serdán – La Isla 2DA. Sección	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Congo - La Isla	Pavimentado	----	No encamisado			0.750
Sección III CS1 a CS2						
Gasoducto de 24" ø existente						
Laguna el Bayo parte 2	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Carretera a la Isla	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Carretera Congo	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Camino Vecinal	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Camino Vecinal DRITPOT	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Carretera Limbano Blandin	Pavimentado	----	No Encamisado	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP		0.450
Laguna	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Río Tepetitlán	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.370
Camino Celia González	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.370
Camino Vecinal Sitio Nuevo	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.370
Carretera a Sitio Nuevo	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Cruce PEMEX	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.450
Carretera a Alcalde Mayor	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Carretera Bajadas - Los Chinales I y II	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Camino Vecinal Los Chinales 1	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Camino Particular	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Camino Vecinal Los Chinales 2	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Carretera a Monte adentro	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Camino Nueva Esperanza	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Camino particular Hulera	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Carretera a Jonuta	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Camino particular	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Entrada Playas de Catazajá 1	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Entrada Playas de Catazajá 2	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Carretera Zaragoza acceso a MLV2	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Camino vecinal	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Carretera al Cuyo Álvaro Obregón	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Camino particular	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Camino particular Rancho El Limón	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Carretera Villahermosa - Escárcega 1	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Cruce CFE	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Cruce CFE	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Cruce CFE	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Laguna el Bayo Parte 2	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Carretera a la Isla	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.450
Carretera Congo	Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Arroyo	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Camino vecinal	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) /	Fin del cruce (km) /	Espesor del ducto (in)
Camino vecinal DRITPOT	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Carretera Limbano Blandin	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Laguna	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Río Tepatitlán	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Camino Celia González	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Camino vecinal sitio nuevo	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Carretera a sitio nuevo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.450
Cruce PEMEX	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Carretera a alcalde mayor	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Carretera bajada los Chinales I y II	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Carretera vecinal los Chinales 1	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.450
Camino particular	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Camino vecinal Los Chinales 2	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Carretera a Monte adentro	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.450
Arroyo	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Camino Nueva Esperanza	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Camino particular a Hulera	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP		0.344
Carretera a Jonutla	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.450
Camino particular	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Entrada Playas de Catazajá 1	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Entrada Playas de Catazajá 2	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Cuerpo de Agua	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Carretera Zaragoza acceso a MLV2	No Pavimentado	----	No Encamisado			
Arroyo	No Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Camino vecinal	Pavimentado	----	No Encamisado			0.344
Arroyo	Alta Tensión	----	No Encamisado			0.344
Carretera al Cuyo Álvaro Obregón	No Pavimentado	----	No Encamisado			

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) /	Fin del cruce (km) /	Espesor del ducto (in)
Camino particular	Pavimentado	----	No Encamisado	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP		
Camino particular Rancho el Limón	Alta Tensión	----	No Encamisado			
Arroyo	Alta Tensión	----	No Encamisado			
Carretera Villahermosa - Escárcega 1	Pavimentado	----	No Encamisado			
Cruce CFE	Alta Tensión	----	No Encamisado			
LOOP1 gasoducto de 20" ø						
Interconexión a la salida de la CS 1, Trampa de envío de diablos, carretera Aquiles Serdán – El Congo (36 m) y población cercana	No Pavimentado	------	No Encamisado	0.000	1.388	En diseño
				1.388	2.447	
Corriente de agua perenne	No Pavimentado	------	No Encamisado	2.447	2.465	En diseño
				2.465	5.560	
Subcuenca del Río Chilapa	No Pavimentado	------	No Encamisado	5.560	5.578	En diseño
				5.578	7.092	
Corriente de agua perenne	No Pavimentado	------	No Encamisado	7.092	7.110	En diseño
				7.110	9.029	
Carretera pavimentada Aquiles Serdán - Tepetitán	Pavimentado	------	Encamisado	9.029	9.065	En diseño
				9.065	9.265	
Zona baja, Laguna La Trinidad, Zona baja, Laguna Ciega y zona baja	No Pavimentado	------	No Encamisado	9.265	13.190	En diseño
				13.190	13.200	
Río Tepetitán	No Pavimentado	------	No Encamisado	13.200	13.552	En diseño
				13.552	17.294	
Zona Baja	No Pavimentado	------		17.294	17.508	En diseño

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
			No Encamisado	17.508	17.850	
Población cercana, zona baja y brazo de río	Pavimentado	------	Encamisado	17.850	18.813	En diseño
				18.813	18.876	
Zona Baja	No Pavimentado	------	No Encamisado	18.876	18.910	En diseño
				18.910	19.222	
Zona Baja	No Pavimentado	------	No Encamisado	19.222	19.355	En diseño
				19.355	19.549	
Carretera pavimentada a Clemente Reyes	Pavimentado	------	Encamisado	19.549	19.573	En diseño
				19.573	23.798	
Carretera pavimentada a Clemente Reyes	Pavimentado	------	Encamisado	23.798	23.834	En diseño
				23.834	24.506	
Población cercana y carretera pavimentada a población El Chinalito (24 m)	Pavimentado	------	Encamisado	24.506	25.494	En diseño
				25.494	26.482	
Carretera pavimentada Monte Grande – Aquiles Serdán	Pavimentado	------	Encamisado	26.482	26.500	En diseño
				26.500	40.858	
Carretera pavimentada Zapatero – Jonuta	Pavimentado	------	Encamisado	40.858	40.882	En diseño
				40.882	49.047	
Corriente de agua perenne	No Pavimentado	------	No Encamisado	49.047	49.059	En diseño
				49.059	53.038	
Población cercana, pavimentadas de carretera 186 Villahermosa – Chetumal a Catazajá (36 m c/u), zona baja y lagunas.	Pavimentado	------	Encamisado	53.038	54.951	En diseño
				54.951	55.956	
Arroyo Nacahuaste y zona baja	No Pavimentado	------		55.956	56.956	En diseño

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
			No Encamisado	56.956	57.349	
Carretera pavimentada Corrales dentro de la franja de seguridad (48 m)	Pavimentado	------	Encamisado	57.373	62.492	En diseño
				62.492	62.528	
Zona Baja	No Pavimentado	------	No Encamisado	73.190	76.645	En diseño
Carretera federal 186 Chetumal – Villahermosa	Pavimentado	------	Encamisado	76.645	76.693	En diseño
Sección IV CS2 A TRD Mérida						
Gasoducto de 24"						
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	[redacted]		0.338
3 cruce FFCC	Ferrocarril	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Cruce Cfe	Alta Tensión	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Cruce Cfe	Alta Tensión	-----	No Encamisado	[redacted]		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Cruce Cfe	Alta Tensión	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Cruce Cfe	Alta Tensión	-----	No Encamisado			0.338
Cruce Cfe	Alta Tensión	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Cruce Cfe	Alta Tensión	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
LOOP 2 GASODUCTO 24"						
Interconexión a la salida de la CS 2, Trampa de envío de diablos y camino pavimentado (18 m)	No Pavimentado	-----	No Encamisado	0.000	0.264	0.338
				0.264	0.863	
Zona baja	No Pavimentado	-----	No Encamisado	0.863	1.852	0.338
				1.852	2.542	
Zona baja y camino de terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	2.542	6.460	0.338
				6.460	8.221	
Carretera pavimentada de entronque de carretera Champotón – Escárcega a Ley Federal de Reforma Agraria (36 m) y zona baja con caminos de terracería	Pavimentado	-----	No Encamisado	8.221	9.882	0.338
				9.882	10.100	
Zona baja y caminos de terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	10.100	11.902	0.338
				11.902	11.940	
Carretera Champotón – Escárcega	Pavimentado	-----	No Encamisado	11.940	11.988	0.338
				11.988	14.259	
Zona baja y camino de terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	14.259	15.530	0.338
				15.530	19.476	
Zona baja y caminos de terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	19.476	22.950	0.338
				22.950	34.190	
Carretera pavimentada de entronque de carretera Champotón – Escárcega a Felipe Carrillo Puerto	Pavimentado	-----	No Encamisado	34.190	34.226	0.338
				34.226	35.062	
Zona baja y camino de terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	35.062	35.164	0.338
				35.164	35.270	
Zona baja y camino de terracería	No Pavimentado	-----		37.804	38.330	0.338

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
			No Encamisado	38.330	42.833	
Río Champotón	No Pavimentado	-----	No Encamisado	42.833	43.421	0.338
				43.421	44.158	
Carretera pavimentada de entronque de carretera Champotón – Campeche a San Antonio del Río	Pavimentado	-----	No Encamisado	44.158	44.182	0.338
				44.182	53.759	
Río Icahao y zona	No Pavimentado	-----	No Encamisado	53.759	54.251	0.338
				54.251	55.611	
Población cercana y carretera pavimentada de entronque de carretera Champotón – Campeche a. La Joya (24 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	55.611	56.505	0.338
				56.505	57.872	
Arroyo	No Pavimentado	-----	No Encamisado	57.872	57.890	0.338
				57.890	58.423	
Carretera pavimentada 188 de entronque de carretera Champotón – Campeche a Sihochac	Pavimentado	-----	No Encamisado	58.423	58.447	0.338
				58.447	63.967	
Carretera 180 Champotón – Campeche	Pavimentado	-----	No Encamisado	63.967	64.051	0.338
				64.051	64.824	
Zona baja y corriente de agua perenne	No Pavimentado	-----	No Encamisado	64.824	65.152	0.338
				65.152	65.465	
Camino de terracería susceptible de pavimentar a corto plazo	No Pavimentado	-----	No Encamisado	65.465	65.483	0.338
				65.483	68.366	
Camino de terracería susceptible de pavimentar	No Pavimentado	-----	No Encamisado	70.009	70.027	0.338
Zona baja y camino de terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	70.110	71.875	0.338
				71.875	72.627	

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Camino de terracería susceptible de pavimentar a corto plazo	Pavimentado	-----	No Encamisado	72.627	72.645	0.338
				72.645	73.508	
Población cercana y Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Champotón – Campeche a Seyba Playa (24 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	73.508	74.930	0.338
				74.930	80.311	
Lagunas artificiales en la trayectoria y cruce de línea de transmisión	No Pavimentado	-----	No Encamisado	80.311	81.076	0.338
				81.076	92.699	
Arroyo	No Pavimentado	-----	No Encamisado	92.699	92.717	0.338
				92.717	101.046	
Camino de terracería Campeche – Chulbac, susceptible de pavimentar	No Pavimentado	-----	No Encamisado	101.046	101.064	0.338
				101.064	101.997	
Carretera Villa Madero – Campeche y corriente de agua intermitente	No Pavimentado	-----	No Encamisado	101.997	102.081	0.338
				102.081	102.175	
Deshuesadero, población cercana, negocios, carretera pavimentada Campeche – China, Vía de ferrocarril (84 m) y zona baja (inicia después de la carretera)	No Pavimentado	-----	No Encamisado	105.726	106.456	0.338
Continúa zona baja y cruce de carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a Edzna (36 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	106.456	107.230	0.338
				107.230	108.781	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a corralón y bancos de material	Pavimentado	-----	No Encamisado	108.781	108.805	0.338
				108.805	112.037	
Carretera pavimentada	Pavimentado	-----	No Encamisado	112.037	112.061	0.338
				112.061	114.910	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a Castamay	Pavimentado	-----	No Encamisado	114.910	114.946	0.338
				114.946	121.176	
	Pavimentado	-----		121.176	121.888	0.338

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Población cercana, carretera pavimentada al campo de tiro (24 m) y camino pavimentado (24 m)			No Encamisado	121.888	122.862	
Población Kobén cercana	No Pavimentado	-----	No Encamisado	122.862	125.063	0.338
				125.063	126.522	
Población de Hampolol en la trayectoria y carretera pavimentada Hampolol – Bhetania (24 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	126.522	127.900	0.338
				127.900	128.747	
Zona baja (Laguna)	No Pavimentado	-----	No Encamisado	128.747	129.031	0.338
				129.031	132.075	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a poblaciones	Pavimentado	-----	No Encamisado	135.631	135.649	0.338
				135.649	142.449	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a poblaciones	Pavimentado	-----	No Encamisado	142.449	142.473	0.338
				142.473	147.871	
Carretera pavimentada Tenabo – Tinum	Pavimentado	-----	No Encamisado	147.871	147.895	0.338
				147.895	148.897	
Carretera pavimentada Tenabo – Kanki	Pavimentado	-----	No Encamisado	148.897	148.921	0.338
				148.921	162.693	
Carretera pavimentada Pomuch – Montebello	Pavimentado	-----	No Encamisado	162.693	162.711	0.338
				162.711	168.188	
Camino de terracería con tránsito constante de Hecelchakán a poblaciones	No Pavimentado	-----	No Encamisado	168.188	168.212	0.338
				168.212	168.992	
Población cercana y Carreteras pavimentadas (2) Hecelchakán –Dzitnup (24 m cada uno)	Pavimentado	-----	No Encamisado	168.992	170.816	0.338
				170.816	175.129	
Carretera pavimentada	Pavimentado	-----		175.129	175.153	0.338

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
			No Encamisado	175.153	181.736	
Población en la trayectoria, dos caminos de terracería, factoría (240 m) y carretera pavimentada (24 m) del entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a Bacabchen	Pavimentado	-----	No Encamisado	181.736	183.430	0.338
				183.430	183.912	
Carretera pavimentada Bacabchen –Dzitbalche	Pavimentado	-----	No Encamisado	183.912	183.936	0.338
				183.936	185.083	
Población Dzitbalche en la trayectoria	No Pavimentado	-----	No Encamisado	185.083	188.435	0.338
				188.435	191.486	
Población cercana a la trayectoria y carretera pavimentada Calkiní – a poblaciones (36 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	191.486	192.349	0.338
				192.349	193.472	
Camino revestido de Calkiní a banco de material	No Pavimentado	-----	No Encamisado	195.518	195.536	0.338
				195.536	200.434	
Carretera 180 Campeche – Mérida, camino de terracería, carretera pavimentada a Becal (272 m) y población en la trayectoria	Pavimentado	-----	No Encamisado	200.434	201.286	0.338
				201.286	206.580	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a Halachó	Pavimentado	-----	No Encamisado	206.580	206.616	0.338
				206.616	209.899	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a Chactún	Pavimentado	-----	No Encamisado	209.899	209.923	0.338
				209.923	211.336	
Carretera pavimentada Chactún – Maxcanú	Pavimentado	-----	No Encamisado	211.336	211.372	0.338
				211.372	215.490	
Carretera pavimentada Maxcanú a poblados	Pavimentado	-----	No Encamisado	215.490	215.514	0.338
				215.514	216.521	
Carretera pavimentada Maxcanú – Oxkintoc	Pavimentado	-----		216.521	216.545	0.338

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
			No Encamisado	216.545	216.854	
Población cercana a la trayectoria, ruedo San Pedro y camino de terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	216.854	218.053	0.338
				218.053	219.757	
Carretera pavimentada de entronque de carretera libre Campeche – Mérida a Muna y Uxmal	Pavimentado	-----	No Encamisado	219.757	219.781	0.338
				219.781	220.671	
Carretera 180 Campeche - Mérida	Pavimentado	-----	No Encamisado	220.671	220.767	0.338
				220.767	225.144	
Carretera 180 Campeche – Mérida (84 m), gasolinera cercana, población cercana y escasa, carretera pavimentada a San bernardo (24 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	225.144	225.784	0.338
				225.784	235. 555	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a Uc Corralche	Pavimentado	-----	No Encamisado	235.555	235.579	0.338
				235.579	238.059	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a granja porcina Keken Chochola	Pavimentado	-----	No Encamisado	238.059	238.083	0.338
				238.083	239.379	
Vía de ferrocarril	No Pavimentado	-----	No Encamisado	239.379	239.451	0.338
				239.451	242.595	
Población cercana y carretera pavimentada de Chochola a Resort	Pavimentado	-----	No Encamisado	242.595	244.659	0.338
				244.659	247.015	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Campeche – Mérida a empresa	Pavimentado	-----	No Encamisado	247.015	247.051	0.338
				247.051	252.639	
Carretera pavimentada del entronque de carretera Poxilá – carretera Mérida – Campeche a la Hacienda Poxilá y Bolón	Pavimentado	-----	No Encamisado	252.639	252.663	0.338
				252.663	256.018	
Camino revestido	No Pavimentado	-----		256.018	256.036	0.338

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
			No Encamisado	256.036	258.601	
Arroyo	No Pavimentado	-----	No Encamisado	258.601	258.613	0.338
				258.613	258.747	
Carretera pavimentada Kinchil - Umán	Pavimentado	-----	No Encamisado	258.747	258.807	0.338
				258.807	260.377	
Población Umán, calles de terracería, calle 28 pavimentada (24 m), caminos de terracería, carretera pavimentada 281 Dzibikak – Umán (36 m), carretera pavimentada Umán – Hunxectaman	Pavimentado	-----	No Encamisado	260.377	263.869	0.338
				263.869	265.474	
Carretera pavimentada a Hunxectaman	Pavimentado	-----	No Encamisado	265.474	265.522	0.338
				265.522	266.057	
Sección V TRD Mérida A ERM CFE MÉRIDA IV						
Gasoducto de 16" Loop4 16"						
Interconexión a la salida de la Estación de Compresión (EC), camino de terracería, gasoducto Mayakan, línea de transmisión y camino de terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	0.000	0.360	0.338
				0.360	0.624	
Fraccionamientos cercanos en ambos lados de la trayectoria, camino de terracería susceptible de pavimentar, avenida de fraccionamiento, glorieta, avenida a fraccionamiento (140 m), línea de transmisión, pozo de extracción de agua potable y dos caminos de terracería	Pavimentado	-----	No Encamisado	0.624	1.600	0.338
				1.600	3.030	
Empresa cercana, cruce del Periférico de Mérida Lic. Manuel Berzunza (108 m), gasoducto Mayakan, empresas cercanas, camino de terracería, EMRyC	Pavimentado	-----	No Encamisado	3.030	3.535	0.338
Sección VI TRD Mérida a ERM CFE Valladolid IV						
Sección VI TRD Mérida a ERM CFE Valladolid IV						
Gasoducto de 16"						

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inici	Espesor del ducto (in)
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Cruce Cfe	Alta Tension	-----	No Encamisado		0.338
Cruce Cfe	Alta Tension	-----	No Encamisado		0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Cruce Cfe	Alta Tension	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338
Acceso Terraceria	No Pavimentado	-----	No Encamisado		0.338

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

[redacted]

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) /	Fin del cruce (km) /	Espesor del ducto (in)
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	[redacted]		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP		0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Cruce Cfe	Alta Tension	-----	No Encamisado			0.338
Cruce Cfe	Alta Tension	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Cruce Cfe	Alta Tension	-----	No Encamisado			0.338
Cruce Cfe	Alta Tension	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Camino	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) /	Fin del cruce (km) /	Espesor del ducto (in)
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338

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

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) /	Fin del cruce (km) /	Espesor del ducto (in)
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP		0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Carretera	Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Acceso Terracería	No Pavimentado	-----	No Encamisado			0.338
Gasoducto Loop 3 24" Ø						
Interconexión a la salida de la CS 3, Trampa de envío de diablos, cruce camino de terracería, camino pavimentado (24 m), vías de ferrocarril carretera Umán – Mérida (184 m), deshuesadero, empresas y negocios	Pavimentado	-----	No Encamisado	0.000	1.344	0.338
				1.344	1.627	
Camino de terracería susceptible de pavimentar	No Pavimentado	-----	No Encamisado	1.627	1.663	0.338
				1.663	3.436	
Carretera 180 Campeche – Progreso - Cancún	Pavimentado	-----	No Encamisado	3.436	3.508	0.338
				3.508	3.614	
Carretera pavimentada Tanil – Ticimul	Pavimentado	-----	No Encamisado	3.614	3.650	0.338
				3.650	3.673	
Carretera pavimentada Tanil – Ticimul – Palomeque	Pavimentado	-----	No Encamisado	3.673	3.697	0.338
				3.697	4.508	

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Camino revestido	Pavimentado	-----	No Encamisado	4.508	4.526	0.338
				4.526	4.622	
Camino revestido	Pavimentado	-----	No Encamisado	4.622	4.640	0.338
				4.640	5.192	
Camino revestido	Pavimentado	-----	No Encamisado	5.192	5.204	0.338
				5.204	5.363	
Posible cruce de vía de FFCC (Tren Maya)	Pavimentado	-----	No Encamisado	5.363	5.435	0.338
				5.435	5.962	
Carretera pavimentada Ticimul – Xcucul	Pavimentado	-----	No Encamisado	5.962	5.998	0.338
				5.998	7.265	
Camino revestido	Pavimentado	-----	No Encamisado	7.265	7.289	0.338
				7.289	8.587	
Población cercana, plaza de toros, pos bles 2 cruces de vía de FFCC (Tren Maya (180 m)) y carretera pavimentada (36 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	8.587	9.441	0.338
				9.441	11.967	
Población en la trayectoria y carretera pavimentada Mérida – Xmatkuil (48 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	11.967	12.641	0.338
				12.641	13.303	
Posible cruce de vía de FFCC (Tren Maya)	Pavimentado	-----	No Encamisado	13.303	13.399	0.338
				13.399	15.409	
Carretera pavimentada Mérida – San Pedro Chimay – Tesip (36 m) y pos ble cruce de vía de FFCC (Tren maya (96 m))	Pavimentado	-----	No Encamisado	15.409	15.511	0.338
				15.511	18.087	
Posible cruce de vía de FFCC (Tren Maya)	No Pavimentado	-----	No Encamisado	18.087	18.183	0.338
				18.183	23.145	

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Empresas en la trayectoria, corrales y carretera pavimentada Kanasín – Acancén (36 m) y pos ble cruce de vía de FFCC (Tren Maya (96 m))	Pavimentado	-----	No Encamisado	23.145	24.049	0.338
				24.049	25.597	
Carretera pavimentada 18 de carretera 180 Mérida – Cancún a Chetumal	Pavimentado	-----	No Encamisado	25.597	25.669	0.338
				25.669	28.894	
Carretera pavimentada de carretera 180 Mérida – Valladolid – Cancún	Pavimentado	-----	No Encamisado	28.894	28.966	0.338
				28.966	30.222	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Mérida – Valladolid – Cancún a Sahé	Pavimentado	-----	No Encamisado	30.222	30.246	0.338
				30.246	37.299	
Carretera pavimentada San Bernardo –Hacienda Katanchel	Pavimentado	-----	No Encamisado	37.299	37.323	0.338
				37.323	39.304	
Carretera pavimentada de entronque de carretera 180 Mérida – Valladolid – Cancún a Nohchán	Pavimentado	-----	No Encamisado	39.304	39.328	0.338
				39.328	51.313	
Carretera pavimentada Tahmek – Aké y camino de terracería	Pavimentado	-----	No Encamisado	51.313	51.337	0.338
				51.337	52.128	
Camino de terracería con tránsito constante de Tahmek a población	No Pavimentado	-----	No Encamisado	52.128	52.146	0.338
				52.146	53.117	
Carretera 180 Mérida – Valladolid – Cancún (HDD)	Pavimentado	-----	No Encamisado	53.117	53.453	0.338
				53.453	57.951	
Población cercana y carretera de entronque de carretera 180 Mérida – Valladolid – Cancún, a Hoctún (24 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	57.951	58.659	0.338
Desincorporación de carretera 180 a Hoctún (36 m), carretera Hoctún Kimbila (96 m), desincorporación de carretera 180 a Kimbila (60 m) y carretera de incorporación de Hoctún a carretera 180 (60 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	58.659	59.209	0.338
				59.209	60.915	

Nombre o referencia del cruzamiento	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce (km) / Coordenadas	Fin del cruce (km) / Coordenadas	Espesor del ducto (in)
Carretera pavimentada de Hoctún a carretera 180 Mérida – Valladolid – Cancún	Pavimentado	-----	No Encamisado	60.915	60.999	0.338
				60.999	64.780	
Camino de terracería de entronque de carretera 180 Mérida – Valladolid – Cancún a Xoochel (Tráfico constante)	Pavimentado	-----	No Encamisado	64.780	64.798	0.338
				64.798	65.019	
Carretera 180 Mérida – Valladolid – Cancún y camino de terracería a parcelas	Pavimentado	-----	No Encamisado	65.019	65.139	0.338
				65.139	77.707	
Carretera 180 Mérida – Valladolid –Cancún	Pavimentado	-----	No Encamisado	82.010	82.094	0.338
				82.094	88.655	
Carretera pavimentada a Holca	Pavimentado	-----	No Encamisado	88.655	88.691	0.338
				88.691	92.083	
Camino de terracería susceptible de pavimentar	Pavimentado	-----	No Encamisado	92.083	92.101	0.338
				92.101	99.145	
Camino de terracería susceptible de pavimentar	Pavimentado	-----	No Encamisado	99.145	99.163	0.338
				99.163	126.546	
Caseta de cobro y carretera pavimentada Xocenpich – Pisté (60 m)	Pavimentado	-----	No Encamisado	126.546	127.059	0.338
				127.059	138.926	
Carretera pavimentada Tinum – San Francisco El Grande	Pavimentado	-----	No Encamisado	138.926	138.962	0.338
				138.962	154.595	
Población Uaymá	Pavimentado	-----	No Encamisado	154.595	155.764	0.338
				155.764	160.258	
Cruce de gasoducto Mayakan y Trampa de recibo de diablos (Fin de la trayectoria)	Pavimentado	-----	No Encamisado	160.258	160.498	0.338

Tabla 19. Señalamientos.

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
Sección 1 de EM Cactus a EM2		COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
Salida EM "Cactus Nueva"	Restrictivo		
	Restrictivo		
Vértices V2N-V3A-V3B	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Vértices V4A-V4B	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Camino Acceso EM Cactus	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Camino Acceso EM Cactus	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Vértices V4J-V4K-V4L	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
E.C. (El Carmen - La Ceiba)-Cabezal Teotleco 1 Km 1+600	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Vértices V8-V9-V10-V11	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Etanoducto Ienova 24"	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
E.C. (Reforma-Rafael Pascasio Gamboa)-Ranchería El Trapiche KM 0+540 y Cauce 2 (Conagua)	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Cauce 3 (Conagua)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Etanoducto Ienova 16"	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Camino hacia "Pozo Cactus 54"	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
E.C. (Reforma-Cristo Rey-Aldama)-Ignacio Zaragoza-Trapiche-Rafael Pascacio Gamboa KM 4+300	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Cauce 4 (Conagua)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Gasoducto 24" TE Giraldas-TR Cactus IV / Gasoducto 36" Giraldas-Cactus / Gasolinoducto 8" Juspi-Cactus KM 11+720 / Gasoducto 24" Juspi-Cactus KM 12+019 / Gas Combustible 12" Cactus-Giraldas KM 34+200	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Vértices V24-V25-V26-V27	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Limite Propiedad	Restrictivo		
	Restrictivo		
Vértices V35-V36-V37-V38-V39-V40	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
E.C. (Reforma-Cristo Rey-Aldama) El Trapiche KM 0+120	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Carretera Reforma-Cristo Rey-Aldama KM 2+700	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Etano ducto Ienova 16"	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Cauce 6 (Conagua)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
E.C. (Reforma-Cristo Rey-Aldama)-Morelos 2A Sección - El Rosario KM 0+200	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Etano ducto Ienova 16"	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Cauce 7 (Conagua)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Cauce 8 (Conagua)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Cauce 9 (Conagua)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Vértice V56	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
Carretera. Pichucalco-Reforma-Boca de Limón, Subtramo: Juárez-Reforma KM 29+700	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Gasoducto 30" TE Sitio Grande-TR Ent. Sitio Grande/Gasoducto 24" Sitio Grande-Cactus/Gasolinoducto 8" Sitio Grande-Cactus KM 14+770/Gas Combustible 8" Cactus-Sitio Grande	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Gasoducto 30" TE Agave-TR Cactus (Pemex)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Cauce 13 (Conagua)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Gasoducto 8" Agave-Entronque Sitio Grande / Gas Combust ble 8" Entronque Sitio Grande-Agave (Pemex)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Cauce 14 (Conagua)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Vértices V67-V68-V69-V70-V71	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Camino de Terracería	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
Cauce 15 (Conagua)	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		
	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM
Cauce 16 (Conagua)	Restrictivo	[redacted]
	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
ACD CAB Sureste-P Cactus 213 8" KM 12+221 (Pemex)	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
Camino hacia "Pozo Cactus 215"	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
Cauce 17 (Conagua) / Vértices V85C-V85D-V86A-V86B-V86C	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
Vértices V86D-V87A-V87B-V87C-V87D	Restrictivo	
	Restrictivo	
Etano ducto Ienova 16" / Etano ducto Ienova 20"	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
Gasolinoducto 24" CD. Pemex - NVO. Pemex / Gasoducto 36" CD. Pemex - NVO. Pemex / Gasoducto 36" KM 66 - KM 74 L-Alterna	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
Camino hacia "Pozo Cactus 17"	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
Etanoducto Ienova 20" / Etanoducto Ienova 16"	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
	Restrictivo	
Entrada Estación EM2	Restrictivo	
	Restrictivo	
Sección 2 EM2 A EM3/SC1		

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

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
EM2	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
EM2	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
EM2	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
MLV1	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
MLV1	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
MLV1	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV1	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
MLV2	Restrictivo	COORDENADS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
MLV2	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
MLV2	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
MLV2	Restrictivo		
Sección III (EM3/CS1 A CS2)			
1	Restrictivo		
2	Restrictivo		
3	Restrictivo		
4	Restrictivo		
5	Restrictivo		
6	Restrictivo		
7	Restrictivo		
8	Restrictivo		
9	Restrictivo		
10	Restrictivo		
11	Restrictivo		
12	Restrictivo		
13	Restrictivo		
14	Restrictivo		
15	Restrictivo		
16	Restrictivo		
17	Restrictivo		
18	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
19	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
20	Restrictivo		
21	Restrictivo		
22	Restrictivo		
23	Restrictivo		
24	Restrictivo		
25	Restrictivo		
26	Restrictivo		
27	Restrictivo		
28	Restrictivo		
29	Restrictivo		
30	Restrictivo		
31	Restrictivo		
32	Restrictivo		
33	Restrictivo		
34	Restrictivo		
35	Restrictivo		
36	Restrictivo		
37	Restrictivo		
38	Restrictivo		
39	Restrictivo		
40	Restrictivo		
41	Restrictivo		
42	Restrictivo		
43	Restrictivo		
44	Restrictivo		
45	Restrictivo		
46	Restrictivo		
47	Restrictivo		
48	Restrictivo		
49	Restrictivo		
50	Restrictivo		
51	Restrictivo		
52	Restrictivo		
53	Restrictivo		
54	Restrictivo		
55	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
56	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
57	Restrictivo		
58	Restrictivo		
59	Restrictivo		
60	Restrictivo		
61	Restrictivo		
62	Restrictivo		
63	Restrictivo		
64	Restrictivo		
65	Restrictivo		
66	Restrictivo		
67	Restrictivo		
68	Restrictivo		
69	Restrictivo		
70	Restrictivo		
71	Restrictivo		
72	Restrictivo		
73	Restrictivo		
74	Restrictivo		
75	Restrictivo		
76	Restrictivo		
77	Restrictivo		
78	Restrictivo		
79	Restrictivo		
80	Restrictivo		
81	Restrictivo		
82	Restrictivo		
83	Restrictivo		
84	Restrictivo		
85	Restrictivo		
86	Restrictivo		
87	Restrictivo		
88	Restrictivo		
89	Restrictivo		
90	Restrictivo		
91	Restrictivo		
92	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
93	Restrictivo	[redacted]	
94	Restrictivo		
95	Restrictivo		
96	Restrictivo		
97	Restrictivo		
98	Restrictivo		
99	Restrictivo		
100	Restrictivo		
101	Restrictivo		
102	Restrictivo		
103	Restrictivo		
104	Restrictivo		
105	Restrictivo		
106	Restrictivo		
107	Restrictivo		
108	Restrictivo		
109	Restrictivo		
110	Restrictivo		
111	Restrictivo		
112	Restrictivo		
113	Restrictivo		
114	Restrictivo		
115	Restrictivo		
116	Restrictivo		
117	Restrictivo		
118	Restrictivo		
119	Restrictivo		
120	Restrictivo		
121	Restrictivo		
122	Restrictivo		
123	Restrictivo		
124	Restrictivo		
125	Restrictivo		
126	Restrictivo		
127	Restrictivo		
128	Restrictivo		
129	Restrictivo		

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

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
130	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
131	Restrictivo		
132	Restrictivo		
133	Restrictivo		
134	Restrictivo		
135	Restrictivo		
136	Restrictivo		
137	Restrictivo		
138	Restrictivo		
139	Restrictivo		
140	Restrictivo		
141	Restrictivo		
142	Restrictivo		
143	Restrictivo		
144	Restrictivo		
145	Restrictivo		
146	Restrictivo		
147	Restrictivo		
148	Restrictivo		
149	Restrictivo		
150	Restrictivo		
151	Restrictivo		
152	Restrictivo		
153	Restrictivo		
154	Restrictivo		
155	Restrictivo		
156	Restrictivo		
157	Restrictivo		
158	Restrictivo		
159	Restrictivo		
160	Restrictivo		
161	Restrictivo		
162	Restrictivo		
163	Restrictivo		
164	Restrictivo		
165	Restrictivo		
166	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
167	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
168	Restrictivo		
169	Restrictivo		
170	Restrictivo		
171	Restrictivo		
172	Restrictivo		
173	Restrictivo		
174	Restrictivo		
175	Restrictivo		
176	Restrictivo		
177	Restrictivo		
178	Restrictivo		
179	Restrictivo		
180	Restrictivo		
181	Restrictivo		
182	Restrictivo		
183	Restrictivo		
184	Restrictivo		
185	Restrictivo		
186	Restrictivo		
187	Restrictivo		
188	Restrictivo		
189	Restrictivo		
190	Restrictivo		
191	Restrictivo		
192	Restrictivo		
193	Restrictivo		
194	Restrictivo		
195	Restrictivo		
196	Restrictivo		
197	Restrictivo		
198	Restrictivo		
199	Restrictivo		
200	Restrictivo		
201	Restrictivo		
202	Restrictivo		
203	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
204	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
205	Restrictivo		
206	Restrictivo		
207	Restrictivo		
208	Restrictivo		
209	Restrictivo		
210	Restrictivo		
211	Restrictivo		
212	Restrictivo		
213	Restrictivo		
214	Restrictivo		
215	Restrictivo		
216	Restrictivo		
217	Restrictivo		
218	Restrictivo		
219	Restrictivo		
220	Restrictivo		
221	Restrictivo		
222	Restrictivo		
223	Restrictivo		
224	Restrictivo		
225	Restrictivo		
226	Restrictivo		
227	Restrictivo		
228	Restrictivo		
229	Restrictivo		
230	Restrictivo		
231	Restrictivo		
232	Restrictivo		
233	Restrictivo		
234	Restrictivo		
235	Restrictivo		
236	Restrictivo		
237	Restrictivo		
238	Restrictivo		
239	Restrictivo		
240	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
241	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
242	Restrictivo		
243	Restrictivo		
244	Restrictivo		
245	Restrictivo		
246	Restrictivo		
247	Restrictivo		
248	Restrictivo		
249	Restrictivo		
250	Restrictivo		
251	Restrictivo		
252	Restrictivo		
253	Restrictivo		
254	Restrictivo		
255	Restrictivo		
256	Restrictivo		
257	Restrictivo		
258	Restrictivo		
259	Restrictivo		
260	Restrictivo		
261	Restrictivo		
262	Restrictivo		
263	Restrictivo		
264	Restrictivo		
265	Restrictivo		
266	Restrictivo		
267	Restrictivo		
268	Restrictivo		
269	Restrictivo		
270	Restrictivo		
271	Restrictivo		
272	Restrictivo		
273	Restrictivo		
274	Restrictivo		
275	Restrictivo		
276	Restrictivo		
277	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
278	Restrictivo	[redacted]	
279	Restrictivo		
280	Restrictivo		
281	Restrictivo		
282	Restrictivo		
283	Restrictivo		
284	Restrictivo		
285	Restrictivo		
286	Restrictivo		
287	Restrictivo		
288	Restrictivo		
289	Restrictivo		
290	Restrictivo		
291	Restrictivo		
292	Restrictivo		
293	Restrictivo		
294	Restrictivo		
295	Restrictivo		
296	Restrictivo		
297	Restrictivo		
298	Restrictivo		
299	Restrictivo		
300	Restrictivo		
301	Restrictivo		
302	Restrictivo		
303	Restrictivo		
304	Restrictivo		
305	Restrictivo		
306	Restrictivo		
307	Restrictivo		
308	Restrictivo		
309	Restrictivo		
310	Restrictivo		
311	Restrictivo		
312	Restrictivo		
313	Restrictivo		
314	Restrictivo		

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

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
315	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
316	Restrictivo		
317	Restrictivo		
318	Restrictivo		
319	Restrictivo		
320	Restrictivo		
321	Restrictivo		
322	Restrictivo		
323	Restrictivo		
324	Restrictivo		
325	Restrictivo		
326	Restrictivo		
327	Restrictivo		
328	Restrictivo		
329	Restrictivo		
330	Restrictivo		
331	Restrictivo		
332	Restrictivo		
333	Restrictivo		
334	Restrictivo		
335	Restrictivo		
336	Restrictivo		
337	Restrictivo		
338	Restrictivo		
339	Restrictivo		
340	Restrictivo		
341	Restrictivo		
342	Restrictivo		
343	Restrictivo		
344	Restrictivo		
345	Restrictivo		
346	Restrictivo		
347	Restrictivo		
348	Restrictivo		
349	Restrictivo		
350	Restrictivo		
351	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
352	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
353	Restrictivo		
354	Restrictivo		
355	Restrictivo		
356	Restrictivo		
357	Restrictivo		
358	Restrictivo		
359	Restrictivo		
360	Restrictivo		
361	Restrictivo		
362	Restrictivo		
363	Restrictivo		
364	Restrictivo		
365	Restrictivo		
366	Restrictivo		
367	Restrictivo		
368	Restrictivo		
369	Restrictivo		
370	Restrictivo		
371	Restrictivo		
372	Restrictivo		
373	Restrictivo		
376	Restrictivo		
377	Restrictivo		
378	Restrictivo		
379	Restrictivo		
380	Restrictivo		
381	Restrictivo		
382	Restrictivo		
383	Restrictivo		
384	Restrictivo		
385	Restrictivo		
386	Restrictivo		
387	Restrictivo		
388	Restrictivo		
389	Restrictivo		
390	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
391	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
392	Restrictivo		
393	Restrictivo		
394	Restrictivo		
395	Restrictivo		
396	Restrictivo		
397	Restrictivo		
398	Restrictivo		
399	Restrictivo		
400	Restrictivo		
401	Restrictivo		
402	Restrictivo		
403	Restrictivo		
404	Restrictivo		
405	Restrictivo		
406	Restrictivo		
407	Restrictivo		
408	Restrictivo		
409	Restrictivo		
410	Restrictivo		
411	Restrictivo		
412	Restrictivo		
413	Restrictivo		
414	Restrictivo		
415	Restrictivo		
416	Restrictivo		
417	Restrictivo		
418	Restrictivo		
419	Restrictivo		
420	Restrictivo		
421	Restrictivo		
422	Restrictivo		
423	Restrictivo		
424	Restrictivo		
425	Restrictivo		
426	Restrictivo		
427	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
428	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
429	Restrictivo		
430	Restrictivo		
431	Restrictivo		
432	Restrictivo		
433	Restrictivo		
434	Restrictivo		
435	Restrictivo		
436	Restrictivo		
437	Restrictivo		
438	Restrictivo		
439	Restrictivo		
440	Restrictivo		
441	Restrictivo		
442	Restrictivo		
443	Restrictivo		
444	Restrictivo		
445	Restrictivo		
446	Restrictivo		
447	Restrictivo		
448	Restrictivo		
449	Restrictivo		
450	Restrictivo		
451	Restrictivo		
452	Restrictivo		
453	Restrictivo		
454	Restrictivo		
455	Restrictivo		
456	Restrictivo		
457	Restrictivo		
458	Restrictivo		
459	Restrictivo		
460	Restrictivo		
461	Restrictivo		
462	Restrictivo		
463	Restrictivo		
464	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
465	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
466	Restrictivo		
467	Restrictivo		
468	Restrictivo		
469	Restrictivo		
470	Restrictivo		
471	Restrictivo		
472	Restrictivo		
473	Restrictivo		
474	Restrictivo		
475	Restrictivo		
476	Restrictivo		
477	Restrictivo		
478	Restrictivo		
479	Restrictivo		
480	Restrictivo		
481	Restrictivo		
482	Restrictivo		
483	Restrictivo		
484	Restrictivo		
485	Restrictivo		
486	Restrictivo		
487	Restrictivo		
488	Restrictivo		
489	Restrictivo		
490	Restrictivo		
491	Restrictivo		
492	Restrictivo		
493	Restrictivo		
494	Restrictivo		
495	Restrictivo		
496	Restrictivo		
497	Restrictivo		
498	Restrictivo		
499	Restrictivo		
500	Restrictivo		
501	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
502	Restrictivo	[redacted]	
503	Restrictivo		
504	Restrictivo		
505	Restrictivo		
506	Restrictivo		
507	Restrictivo		
508	Restrictivo		
509	Restrictivo		
510	Restrictivo		
511	Restrictivo		
512	Restrictivo		
513	Restrictivo		
514	Restrictivo		
515	Restrictivo		
516	Restrictivo		
517	Restrictivo		
518	Restrictivo		
519	Restrictivo		
520	Restrictivo		
521	Restrictivo		
522	Restrictivo		
523	Restrictivo		
524	Restrictivo		
525	Restrictivo		
526	Restrictivo		
527	Restrictivo		
528	Restrictivo		
529	Restrictivo		
530	Restrictivo		
531	Restrictivo		
532	Restrictivo		
533	Restrictivo		
534	Restrictivo		
535	Restrictivo		
536	Restrictivo		
537	Restrictivo		
538	Restrictivo		

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

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
539	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
540	Restrictivo		
541	Restrictivo		
542	Restrictivo		
543	Restrictivo		
544	Restrictivo		
545	Restrictivo		
546	Restrictivo		
547	Restrictivo		
548	Restrictivo		
549	Restrictivo		
550	Restrictivo		
551	Restrictivo		
552	Restrictivo		
553	Restrictivo		
554	Restrictivo		
555	Restrictivo		
556	Restrictivo		
557	Restrictivo		
558	Restrictivo		
559	Restrictivo		
560	Restrictivo		
561	Restrictivo		
562	Restrictivo		
563	Restrictivo		
564	Restrictivo		
565	Restrictivo		
566	Restrictivo		
567	Restrictivo		
568	Restrictivo		
569	Restrictivo		
570	Restrictivo		
571	Restrictivo		
572	Restrictivo		
573	Restrictivo		
574	Restrictivo		
575	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
576	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
577	Restrictivo		
578	Restrictivo		
579	Restrictivo		
580	Restrictivo		
581	Restrictivo		
582	Restrictivo		
583	Restrictivo		
584	Restrictivo		
585	Restrictivo		
586	Restrictivo		
587	Restrictivo		
588	Restrictivo		
589	Restrictivo		
590	Restrictivo		
591	Restrictivo		
592	Restrictivo		
593	Restrictivo		
594	Restrictivo		
595	Restrictivo		
596	Restrictivo		
597	Restrictivo		
598	Restrictivo		
599	Restrictivo		
600	Restrictivo		
601	Restrictivo		
602	Restrictivo		
603	Restrictivo		
604	Restrictivo		
605	Restrictivo		
606	Restrictivo		
607	Restrictivo		
608	Restrictivo		
609	Restrictivo		
610	Restrictivo		
611	Restrictivo		
612	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
613	Restrictivo	COORDENADS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
614	Restrictivo		
615	Restrictivo		
616	Restrictivo		
617	Restrictivo		
618	Restrictivo		
619	Restrictivo		
620	Restrictivo		
621	Restrictivo		
622	Restrictivo		
623	Restrictivo		
624	Restrictivo		
625	Restrictivo		
626	Restrictivo		
627	Restrictivo		
628	Restrictivo		
629	Restrictivo		
630	Restrictivo		
631	Restrictivo		
632	Restrictivo		
633	Restrictivo		
634	Restrictivo		
635	Restrictivo		
636	Restrictivo		
637	Restrictivo		
638	Restrictivo		
639	Restrictivo		
640	Restrictivo		
641	Restrictivo		
642	Restrictivo		
643	Restrictivo		
644	Restrictivo		
645	Restrictivo		
646	Restrictivo		
647	Restrictivo		
648	Restrictivo		
649	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
650	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
651	Restrictivo		
652	Restrictivo		
653	Restrictivo		
654	Restrictivo		
655	Restrictivo		
656	Restrictivo		
657	Restrictivo		
658	Restrictivo		
659	Restrictivo		
660	Restrictivo		
661	Restrictivo		
662	Restrictivo		
663	Restrictivo		
664	Restrictivo		
665	Restrictivo		
666	Restrictivo		
667	Restrictivo		
668	Restrictivo		
669	Restrictivo		
670	Restrictivo		
671	Restrictivo		
672	Restrictivo		
673	Restrictivo		
674	Restrictivo		
675	Restrictivo		
676	Restrictivo		
677	Restrictivo		
678	Restrictivo		
679	Restrictivo		
680	Restrictivo		
681	Restrictivo		
682	Restrictivo		
683	Restrictivo		
684	Restrictivo		
685	Restrictivo		
686	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
687	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
688	Restrictivo		
689	Restrictivo		
690	Restrictivo		
691	Restrictivo		
692	Restrictivo		
693	Restrictivo		
694	Restrictivo		
695	Restrictivo		
696	Restrictivo		
697	Restrictivo		
698	Restrictivo		
699	Restrictivo		
700	Restrictivo		
701	Restrictivo		
702	Restrictivo		
703	Restrictivo		
704	Restrictivo		
705	Restrictivo		
706	Restrictivo		
707	Restrictivo		
708	Restrictivo		
709	Restrictivo		
710	Restrictivo		
711	Restrictivo		
712	Restrictivo		
713	Restrictivo		
714	Restrictivo		
715	Restrictivo		
716	Restrictivo		
717	Restrictivo		
718	Restrictivo		
719	Restrictivo		
720	Restrictivo		
721	Restrictivo		
722	Restrictivo		
723	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
724	Restrictivo	[redacted]	
725	Restrictivo		
726	Restrictivo		
727	Restrictivo		
728	Restrictivo		
729	Restrictivo		
730	Restrictivo		
731	Restrictivo		
732	Restrictivo		
733	Restrictivo		
734	Restrictivo		
735	Restrictivo		
736	Restrictivo		
737	Restrictivo		
738	Restrictivo		
739	Restrictivo		
740	Restrictivo		
741	Restrictivo		
742	Restrictivo		
743	Restrictivo		
744	Restrictivo		
745	Restrictivo		
746	Restrictivo		
747	Restrictivo		
748	Restrictivo		
749	Restrictivo		
750	Restrictivo		
751	Restrictivo		
752	Restrictivo		
753	Restrictivo		
754	Restrictivo		
755	Restrictivo		
756	Restrictivo		
757	Restrictivo		
758	Restrictivo		
759	Restrictivo		
760	Restrictivo		

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

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
761	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
762	Restrictivo		
763	Restrictivo		
764	Restrictivo		
765	Restrictivo		
766	Restrictivo		
767	Restrictivo		
768	Restrictivo		
769	Restrictivo		
770	Restrictivo		
771	Restrictivo		
772	Restrictivo		
773	Restrictivo		
774	Restrictivo		
775	Restrictivo		
776	Restrictivo		
777	Restrictivo		
778	Restrictivo		
779	Restrictivo		
780	Restrictivo		
781	Restrictivo		
782	Restrictivo		
783	Restrictivo		
784	Restrictivo		
785	Restrictivo		
786	Restrictivo		
787	Restrictivo		
788	Restrictivo		
789	Restrictivo		
790	Restrictivo		
791	Restrictivo		
792	Restrictivo		
793	Restrictivo		
794	Restrictivo		
795	Restrictivo		
796	Restrictivo		
797	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
798	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
799	Restrictivo		
800	Restrictivo		
801	Restrictivo		
802	Restrictivo		
803	Restrictivo		
804	Restrictivo		
805	Restrictivo		
806	Restrictivo		
807	Restrictivo		
808	Restrictivo		
809	Restrictivo		
810	Restrictivo		
811	Restrictivo		
812	Restrictivo		
813	Restrictivo		
814	Restrictivo		
815	Restrictivo		
816	Restrictivo		
817	Restrictivo		
818	Restrictivo		
819	Restrictivo		
820	Restrictivo		
821	Restrictivo		
822	Restrictivo		
823	Restrictivo		
824	Restrictivo		
825	Restrictivo		
826	Restrictivo		
827	-		
828	Restrictivo		
829	Restrictivo		
830	Restrictivo		
831	Restrictivo		
832	Restrictivo		
833	Restrictivo		
834	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
835	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
836	Restrictivo		
837	Restrictivo		
838	Restrictivo		
839	Restrictivo		
840	Restrictivo		
841	Restrictivo		
842	Restrictivo		
843	Restrictivo		
844	Restrictivo		
845	Restrictivo		
846	Restrictivo		
847	Restrictivo		
848	Restrictivo		
849	Restrictivo		
850	Restrictivo		
851	Restrictivo		
852	Restrictivo		
853	Restrictivo		
854	Restrictivo		
855	Restrictivo		
856	Restrictivo		
857	Restrictivo		
858	Restrictivo		
859	Restrictivo		
860	Restrictivo		
861	Restrictivo		
862	Restrictivo		
863	Restrictivo		
864	Restrictivo		
865	Restrictivo		
866	Restrictivo		
867	Restrictivo		
868	Restrictivo		
869	Restrictivo		
870	Restrictivo		
871	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
872	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
873	Restrictivo		
874	Restrictivo		
875	Restrictivo		
876	Restrictivo		
877	Restrictivo		
878	Restrictivo		
879	Restrictivo		
880	Restrictivo		
881	Restrictivo		
882	Restrictivo		
883	Restrictivo		
884	Restrictivo		
885	Restrictivo		
886	Restrictivo		
887	Restrictivo		
888	Restrictivo		
889	Restrictivo		
890	Restrictivo		
891	Restrictivo		
892	Restrictivo		
893	Restrictivo		
894	Restrictivo		
895	Restrictivo		
896	Restrictivo		
897	Restrictivo		
898	Restrictivo		
899	Restrictivo		
900	Restrictivo		
901	Restrictivo		
902	Restrictivo		
903	Restrictivo		
904	Restrictivo		
905	Restrictivo		
906	Restrictivo		
907	Restrictivo		
908	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
909	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
910	Restrictivo		
911	Restrictivo		
912	Restrictivo		
913	Restrictivo		
914	Restrictivo		
915	Restrictivo		
916	Restrictivo		
917	Restrictivo		
918	Restrictivo		
919	Restrictivo		
920	Restrictivo		
921	Restrictivo		
922	Restrictivo		
923	Restrictivo		
924	Restrictivo		
925	Restrictivo		
926	Restrictivo		
927	Restrictivo		
928	Restrictivo		
929	Restrictivo		
930	Restrictivo		
931	Restrictivo		
932	Restrictivo		
933	Restrictivo		
934	Restrictivo		
935	Restrictivo		
936	Restrictivo		
937	Restrictivo		
938	Restrictivo		
939	Restrictivo		
940	Restrictivo		
941	Restrictivo		
942	Restrictivo		
943	Restrictivo		
944	Restrictivo		
945	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
946	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
947	Restrictivo		
948	Restrictivo		
949	Restrictivo		
950	Restrictivo		
951	Restrictivo		
952	Restrictivo		
953	Restrictivo		
954	Restrictivo		
955	Restrictivo		
956	Restrictivo		
957	Restrictivo		
958	Restrictivo		
959	Restrictivo		
960	Restrictivo		
961	Restrictivo		
962	Restrictivo		
963	Restrictivo		
964	Restrictivo		
965	Restrictivo		
966	Restrictivo		
967	Restrictivo		
968	Restrictivo		
969	Restrictivo		
970	Restrictivo		
971	Restrictivo		
972	Restrictivo		
973	Restrictivo		
974	Restrictivo		
975	Restrictivo		
976	Restrictivo		
977	Restrictivo		
978	Restrictivo		
979	Restrictivo		
980	Restrictivo		
981	Restrictivo		
982	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
983	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
984	Restrictivo		
985	Restrictivo		
986	Restrictivo		
987	Restrictivo		
988	Restrictivo		
989	Restrictivo		
990	Restrictivo		
991	Restrictivo		
992	Restrictivo		
993	Restrictivo		
994	Restrictivo		
995	Restrictivo		
996	Restrictivo		
997	Restrictivo		
998	Restrictivo		
999	Restrictivo		
1000	Restrictivo		
1001	Restrictivo		
1002	Restrictivo		
1003	Restrictivo		
1004	Restrictivo		
1005	Restrictivo		
1006	Restrictivo		
1007	Restrictivo		
1008	Restrictivo		
1009	Restrictivo		
1010	Restrictivo		
1011	Restrictivo		
1012	Restrictivo		
1013	Restrictivo		
1014	Restrictivo		
1015	Restrictivo		
1016	Restrictivo		
1017	Restrictivo		
1018	Restrictivo		
1019	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1020	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1021	Restrictivo		
1022	Restrictivo		
1023	Restrictivo		
1024	Restrictivo		
1025	Restrictivo		
1026	Restrictivo		
1027	Restrictivo		
1028	Restrictivo		
1029	Restrictivo		
1030	Restrictivo		
1031	Restrictivo		
1032	Restrictivo		
1033	Restrictivo		
1034	Restrictivo		
1035	Restrictivo		
1036	Restrictivo		
1037	Restrictivo		
1038	Restrictivo		
1039	Restrictivo		
1040	Restrictivo		
1041	Restrictivo		
1042	Restrictivo		
1043	Restrictivo		
1044	Restrictivo		
1045	Restrictivo		
1046	Restrictivo		
1047	Restrictivo		
1048	Restrictivo		
1049	Restrictivo		
1050	Restrictivo		
1051	Restrictivo		
1052	Restrictivo		
1053	Restrictivo		
1054	Restrictivo		
1055	Restrictivo		
1056	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1057	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1058	Restrictivo		
1059	Restrictivo		
1060	Restrictivo		
1061	Restrictivo		
1062	Restrictivo		
1063	Restrictivo		
1064	Restrictivo		
1065	Restrictivo		
1066	Restrictivo		
1067	Restrictivo		
1068	Restrictivo		
1069	Restrictivo		
1070	Restrictivo		
1071	Restrictivo		
1072	Restrictivo		
1073	Restrictivo		
1074	Restrictivo		
1075	Restrictivo		
1076	Restrictivo		
1077	Restrictivo		
1078	Restrictivo		
1079	Restrictivo		
1080	Restrictivo		
1081	Restrictivo		
1082	Restrictivo		
1083	Restrictivo		
1084	Restrictivo		
1085	Restrictivo		
1086	Restrictivo		
1087	Restrictivo		
1088	Restrictivo		
1089	Restrictivo		
1090	Restrictivo		
1091	Restrictivo		
1092	Restrictivo		
1093	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
1094	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1095	Restrictivo		
1096	Restrictivo		
1097	Restrictivo		
1098	Restrictivo		
1099	Restrictivo		
1100	Restrictivo		
1101	Restrictivo		
1102	Restrictivo		
1103	Restrictivo		
1104	Restrictivo		
1105	Restrictivo		
1106	Restrictivo		
1107	Restrictivo		
1108	Restrictivo		
1109	Restrictivo		
1110	Restrictivo		
1111	Restrictivo		
1112	Restrictivo		
1113	Restrictivo		
1114	Restrictivo		
1115	Restrictivo		
1116	Restrictivo		
1117	Restrictivo		
1118	Restrictivo		
1119	Restrictivo		
1120	Restrictivo		
1121	Restrictivo		
1122	Restrictivo		
1123	Restrictivo		
1124	Restrictivo		
1125	Restrictivo		
1126	Restrictivo		
1127	Restrictivo		
1128	Restrictivo		
1129	Restrictivo		
1130	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1131	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1132	Restrictivo		
1133	Restrictivo		
1134	Restrictivo		
1135	Restrictivo		
1136	Restrictivo		
1137	Restrictivo		
1138	Restrictivo		
1139	Restrictivo		
1140	Restrictivo		
1141	Restrictivo		
1142	Restrictivo		
1143	Restrictivo		
1144	Restrictivo		
1145	Restrictivo		
1146	Restrictivo		
1147	Restrictivo		
1148	Restrictivo		
1149	Restrictivo		
1150	Restrictivo		
1151	Restrictivo		
1152	Restrictivo		
1153	Restrictivo		
1154	Restrictivo		
1155	Restrictivo		
1156	Restrictivo		
1157	Restrictivo		
1158	Restrictivo		
1159	Restrictivo		
1160	Restrictivo		
1161	Restrictivo		
1162	Restrictivo		
1163	Restrictivo		
1164	Restrictivo		
1165	Restrictivo		
1166	Restrictivo		
1167	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
1168	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1169	Restrictivo		
1170	Restrictivo		
1171	Restrictivo		
1172	Restrictivo		
1173	Restrictivo		
1174	Restrictivo		
1175	Restrictivo		
1176	Restrictivo		
1177	Restrictivo		
1178	Restrictivo		
1179	Restrictivo		
1180	Restrictivo		
1181	Restrictivo		
1182	Restrictivo		
1183	Restrictivo		
1184	Restrictivo		
1185	Restrictivo		
1186	Restrictivo		
1187	Restrictivo		
1188	Restrictivo		
1189	Restrictivo		
1190	Restrictivo		
1191	Restrictivo		
1192	Restrictivo		
1193	Restrictivo		
1194	Restrictivo		
1195	Restrictivo		
1196	Restrictivo		
1197	Restrictivo		
1198	Restrictivo		
1199	Restrictivo		
1200	Restrictivo		
1201	Restrictivo		
1202	Restrictivo		
1203	Restrictivo		
1204	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1205	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1206	Restrictivo		
1207	Restrictivo		
1208	Restrictivo		
1209	Restrictivo		
1210	Restrictivo		
1211	Restrictivo		
1212	Restrictivo		
1213	Restrictivo		
1214	Restrictivo		
1215	Restrictivo		
1216	Restrictivo		
1217	Restrictivo		
1218	Restrictivo		
1219	Restrictivo		
1220	Restrictivo		
1221	Restrictivo		
1222	Restrictivo		
1223	Restrictivo		
1224	Restrictivo		
1225	Restrictivo		
1226	Restrictivo		
1227	Restrictivo		
1228	Restrictivo		
1229	Restrictivo		
1230	Restrictivo		
1231	Restrictivo		
1232	Restrictivo		
1233	Restrictivo		
1234	Restrictivo		
1235	Restrictivo		
1236	Restrictivo		
1237	Restrictivo		
1238	Restrictivo		
1239	Restrictivo		
1240	Restrictivo		
1241	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
1242	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1243	Restrictivo		
1244	Restrictivo		
1245	Restrictivo		
1246	Restrictivo		
1247	Restrictivo		
1248	Restrictivo		
1249	Restrictivo		
1250	Restrictivo		
1251	Restrictivo		
1252	Restrictivo		
1253	Restrictivo		
1254	Restrictivo		
1255	Restrictivo		
1256	Restrictivo		
1257	Restrictivo		
1258	Restrictivo		
1259	Restrictivo		
1260	Restrictivo		
1261	Restrictivo		
1262	Restrictivo		
1263	Restrictivo		
1264	Restrictivo		
1265	Restrictivo		
1266	Restrictivo		
1267	Restrictivo		
1268	Restrictivo		
1269	Restrictivo		
1270	Restrictivo		
1271	Restrictivo		
1272	Restrictivo		
1273	Restrictivo		
1274	Restrictivo		
1275	Restrictivo		
1276	Restrictivo		
1277	Restrictivo		
1278	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1279	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1280	Restrictivo		
1281	Restrictivo		
1282	Restrictivo		
1283	Restrictivo		
1284	Restrictivo		
1285	Restrictivo		
1286	Restrictivo		
1287	Restrictivo		
1288	Restrictivo		
1289	Restrictivo		
1290	Restrictivo		
1291	Restrictivo		
1292	Restrictivo		
1293	Restrictivo		
1294	Restrictivo		
1295	Restrictivo		
1296	Restrictivo		
1297	Restrictivo		
1298	Restrictivo		
1299	Restrictivo		
1300	Restrictivo		
1301	Restrictivo		
1302	Restrictivo		
1303	Restrictivo		
1304	Restrictivo		
1305	Restrictivo		
1306	Restrictivo		
1307	Restrictivo		
1308	Restrictivo		
1309	Restrictivo		
1310	Restrictivo		
1311	Restrictivo		
1312	Restrictivo		
1313	Restrictivo		
1314	Restrictivo		
1315	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1316	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1317	Restrictivo		
1318	Restrictivo		
1319	Restrictivo		
1320	Restrictivo		
1321	Restrictivo		
1322	Restrictivo		
1323	Restrictivo		
1324	Restrictivo		
1325	Restrictivo		
1326	Restrictivo		
1327	Restrictivo		
1328	Restrictivo		
1329	Restrictivo		
1330	Restrictivo		
1331	Restrictivo		
1332	Restrictivo		
1333	Restrictivo		
1334	Restrictivo		
1335	Restrictivo		
1336	Restrictivo		
1337	Restrictivo		
1338	Restrictivo		
1339	Restrictivo		
1340	Restrictivo		
1341	Restrictivo		
1342	Restrictivo		
1343	Restrictivo		
1344	Restrictivo		
1345	Restrictivo		
1346	Restrictivo		
1347	Restrictivo		
1348	Restrictivo		
1349	Restrictivo		
1350	Restrictivo		
1351	Restrictivo		
1352	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1353	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1354	Restrictivo		
1355	Restrictivo		
1356	Restrictivo		
1357	Restrictivo		
1358	Restrictivo		
1359	Restrictivo		
1360	Restrictivo		
1361	Restrictivo		
1362	Restrictivo		
1363	Restrictivo		
1364	Restrictivo		
1365	Restrictivo		
1366	Restrictivo		
1367	Restrictivo		
1368	Restrictivo		
1369	Restrictivo		
1370	Restrictivo		
1371	Restrictivo		
1372	Restrictivo		
1373	Restrictivo		
1374	Restrictivo		
1375	Restrictivo		
1376	Restrictivo		
1377	Restrictivo		
1378	Restrictivo		
1379	Restrictivo		
1380	Restrictivo		
1381	Restrictivo		
1382	Restrictivo		
1383	Restrictivo		
1384	Restrictivo		
1385	Restrictivo		
1386	Restrictivo		
1387	Restrictivo		
1388	Restrictivo		
1389	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1390	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1391	Restrictivo		
1392	Restrictivo		
1393	Restrictivo		
1394	Restrictivo		
1395	Restrictivo		
1396	Restrictivo		
1397	Restrictivo		
1398	Restrictivo		
1399	Restrictivo		
1400	Restrictivo		
1401	Restrictivo		
1402	Restrictivo		
1403	Restrictivo		
1404	Restrictivo		
1405	Restrictivo		
1406	Restrictivo		
1407	Restrictivo		
1408	Restrictivo		
1409	Restrictivo		
1410	Restrictivo		
1411	Restrictivo		
1412	Restrictivo		
1413	Restrictivo		
1414	Restrictivo		
1415	Restrictivo		
1416	Restrictivo		
1417	Restrictivo		
1418	Restrictivo		
1419	Restrictivo		
1420	Restrictivo		
1421	Restrictivo		
1422	Restrictivo		
1423	Restrictivo		
1424	Restrictivo		
1425	Restrictivo		
1426	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1427	Restrictivo	0706184	2057177
1428	Restrictivo	0706189	2057183
1429	Restrictivo	0706478	2057566
1430	Restrictivo	0706490	2057580
1431	Restrictivo	0706609	2057717
1432	Restrictivo	0706776	2057843
1433	Restrictivo	0706780	2057832
1434	Restrictivo	0706953	2057965
1435	Restrictivo	0706992	2057978
1436	Restrictivo	0706974	2057975
1437	Restrictivo	0707178	2058061
1438	Restrictivo	0707228	2058085
1439	Restrictivo	0707241	2058077
1440	Restrictivo	0707484	2058184
1441	Restrictivo	0707494	2058170
1442	Restrictivo	0707780	2058289
1443	Restrictivo	0708158	2058702
1444	Restrictivo	0708367	2058932
1445	Restrictivo	0708369	2058931
1446	Restrictivo	0708369	2058931
1447	Restrictivo	0708371	2058938
1448	Restrictivo	0708673	2059288
1449	Restrictivo	0709066	2059783
1450	Restrictivo	0709214	2059994
1451	Restrictivo	0709352	2060171
1452	Restrictivo	0709575	2060470
1453	Restrictivo	0709762	2060716
1454	Restrictivo	0709855	2060836
1455	Restrictivo	0709910	2060914
1456	Restrictivo	0709938	2061006
1457	Restrictivo	0709989	2061232
1458	Restrictivo	0709994	20612030
1459	Restrictivo	0709999	2061227
1460	Restrictivo	0709992	2061221
1461	Restrictivo	0710006	2061268
1462	Restrictivo	0710013	2061431
1463	Restrictivo	0710026	2061423

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
1464	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1465	Restrictivo		
1466	Restrictivo		
1467	Restrictivo		
1468	Restrictivo		
1469	Restrictivo		
1470	Restrictivo		
1471	Restrictivo		
1472	Restrictivo		
1473	Restrictivo		
1474	Restrictivo		
1475	Restrictivo		
1476	Restrictivo		
1477	Restrictivo		
1478	Restrictivo		
1479	Restrictivo		
1480	Restrictivo		
1481	Restrictivo		
1482	Restrictivo		
1483	Restrictivo		
1484	Restrictivo		
1485	Restrictivo		
1486	Restrictivo		
1487	Restrictivo		
1488	Restrictivo		
1489	Restrictivo		
1490	Restrictivo		
1491	Restrictivo		
1492	Restrictivo		
1493	Restrictivo		
1494	Restrictivo		
1495	Restrictivo		
1496	Restrictivo		
1497	Restrictivo		
1498	Restrictivo		
1499	Restrictivo		
1500	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1501	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1502	Restrictivo		
1503	Restrictivo		
1504	Restrictivo		
1505	Restrictivo		
1506	Restrictivo		
1507	Restrictivo		
1508	Restrictivo		
1509	Restrictivo		
1510	Restrictivo		
1511	Restrictivo		
1512	Restrictivo		
1513	Restrictivo		
1514	Restrictivo		
1515	Restrictivo		
1516	Restrictivo		
1517	Restrictivo		
1518	Restrictivo		
1519	Restrictivo		
1520	Restrictivo		
1521	Restrictivo		
1522	Restrictivo		
1523	Restrictivo		
1524	Restrictivo		
1525	Restrictivo		
1526	Restrictivo		
1527	Restrictivo		
1528	Restrictivo		
1529	Restrictivo		
1530	Restrictivo		
1531	Restrictivo		
1532	Restrictivo		
1533	Restrictivo		
1534	Restrictivo		
1535	Restrictivo		
1536	Restrictivo		
1537	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1538	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1539	Restrictivo		
1540	Restrictivo		
1541	Restrictivo		
1542	Restrictivo		
1543	Restrictivo		
1544	Restrictivo		
1545	Restrictivo		
1546	Restrictivo		
1547	Restrictivo		
1548	Restrictivo		
1549	Restrictivo		
1550	Restrictivo		
1551	Restrictivo		
1552	Restrictivo		
1553	Restrictivo		
1554	Restrictivo		
1555	Restrictivo		
1556	Restrictivo		
1557	Restrictivo		
1558	Restrictivo		
1559	Restrictivo		
1560	Restrictivo		
1561	Restrictivo		
1562	Restrictivo		
1563	Restrictivo		
1564	Restrictivo		
1565	Restrictivo		
1566	Restrictivo		
1567	Restrictivo		
1568	Restrictivo		
1569	Restrictivo		
1570	Restrictivo		
1571	Restrictivo		
1572	Restrictivo		
1573	Restrictivo		
1574	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1575	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1576	Restrictivo		
1577	Restrictivo		
1578	Restrictivo		
1579	Restrictivo		
1580	Restrictivo		
Sección IV(CS2 A TRD MERIDA)			
1	Restrictivo		
2	Restrictivo		
3	Restrictivo		
4	Restrictivo		
5	Restrictivo		
6	Restrictivo		
7	Restrictivo		
8	Restrictivo		
9	Restrictivo		
10	Restrictivo		
11	Restrictivo		
12	Restrictivo		
13	Restrictivo		
14	Restrictivo		
15	Restrictivo		
16	Restrictivo		
17	Restrictivo		
18	Restrictivo		
19	Restrictivo		
20	Restrictivo		
21	Restrictivo		
22	Restrictivo		
23	Restrictivo		
24	Restrictivo		
25	Restrictivo		
26	Restrictivo		
27	Restrictivo		
28	Restrictivo		
29	Restrictivo		
30	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
31	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
32	Restrictivo		
33	Restrictivo		
34	Restrictivo		
35	Restrictivo		
36	Restrictivo		
37	Restrictivo		
38	Restrictivo		
39	Restrictivo		
40	Restrictivo		
41	Restrictivo		
42	Restrictivo		
43	Restrictivo		
44	Restrictivo		
45	Restrictivo		
46	Restrictivo		
47	Restrictivo		
48	Restrictivo		
49	Restrictivo		
50	Restrictivo		
51	Restrictivo		
52	Restrictivo		
53	Restrictivo		
54	Restrictivo		
55	Restrictivo		
56	Restrictivo		
57	Restrictivo		
58	Restrictivo		
59	Restrictivo		
60	Restrictivo		
61	Restrictivo		
62	Restrictivo		
63	Restrictivo		
64	Restrictivo		
65	Restrictivo		
66	Restrictivo		
67	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
68	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
69	Restrictivo		
70	Restrictivo		
71	Restrictivo		
72	Restrictivo		
73	Restrictivo		
74	Restrictivo		
75	Restrictivo		
76	Restrictivo		
77	Restrictivo		
78	Restrictivo		
79	Restrictivo		
80	Restrictivo		
81	Restrictivo		
82	Restrictivo		
83	Restrictivo		
84	Restrictivo		
85	Restrictivo		
86	Restrictivo		
87	Restrictivo		
88	Restrictivo		
89	Restrictivo		
90	Restrictivo		
91	Restrictivo		
92	Restrictivo		
93	Restrictivo		
94	Restrictivo		
95	Restrictivo		
96	Restrictivo		
97	Restrictivo		
98	Restrictivo		
99	Restrictivo		
100	Restrictivo		
101	Restrictivo		
102	Restrictivo		
103	Restrictivo		
104	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
105	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
106	Restrictivo		
107	Restrictivo		
108	Restrictivo		
109	Restrictivo		
110	Restrictivo		
111	Restrictivo		
112	Restrictivo		
113	Restrictivo		
114	Restrictivo		
115	Restrictivo		
116	Restrictivo		
117	Restrictivo		
118	Restrictivo		
119	Restrictivo		
120	Restrictivo		
121	Restrictivo		
122	Restrictivo		
123	Restrictivo		
124	Restrictivo		
125	Restrictivo		
126	Restrictivo		
127	Restrictivo		
128	Restrictivo		
129	Restrictivo		
130	Restrictivo		
131	Restrictivo		
132	Restrictivo		
133	Restrictivo		
134	Restrictivo		
135	Restrictivo		
136	Restrictivo		
137	Restrictivo		
138	Restrictivo		
139	Restrictivo		
140	Restrictivo		
141	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
142	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
143	Restrictivo		
144	Restrictivo		
145	Restrictivo		
146	Restrictivo		
147	Restrictivo		
148	Restrictivo		
149	Restrictivo		
150	Restrictivo		
151	Restrictivo		
152	Restrictivo		
153	Restrictivo		
154	Restrictivo		
155	Restrictivo		
156	Restrictivo		
157	Restrictivo		
158	Restrictivo		
159	Restrictivo		
160	Restrictivo		
161	Restrictivo		
162	Restrictivo		
163	Restrictivo		
164	Restrictivo		
165	Restrictivo		
166	Restrictivo		
167	Restrictivo		
168	Restrictivo		
169	Restrictivo		
170	Restrictivo		
171	Restrictivo		
172	Restrictivo		
173	Restrictivo		
174	Restrictivo		
175	Restrictivo		
176	Restrictivo		
177	Restrictivo		
178	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
179	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
180	Restrictivo		
181	Restrictivo		
182	Restrictivo		
183	Restrictivo		
184	Restrictivo		
185	Restrictivo		
186	Restrictivo		
187	Restrictivo		
188	Restrictivo		
189	Restrictivo		
190	Restrictivo		
191	Restrictivo		
192	Restrictivo		
193	Restrictivo		
194	Restrictivo		
195	Restrictivo		
196	Restrictivo		
197	Restrictivo		
198	Restrictivo		
199	Restrictivo		
200	Restrictivo		
201	Restrictivo		
202	Restrictivo		
203	Restrictivo		
204	Restrictivo		
205	Restrictivo		
206	Restrictivo		
207	Restrictivo		
208	Restrictivo		
209	Restrictivo		
210	Restrictivo		
211	Restrictivo		
212	Restrictivo		
213	Restrictivo		
214	Restrictivo		
215	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
216	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
217	Restrictivo		
218	Restrictivo		
219	Restrictivo		
220	Restrictivo		
221	Restrictivo		
222	Restrictivo		
223	Restrictivo		
224	Restrictivo		
225	Restrictivo		
226	Restrictivo		
227	Restrictivo		
228	Restrictivo		
229	Restrictivo		
230	Restrictivo		
231	Restrictivo		
232	Restrictivo		
233	Restrictivo		
234	Restrictivo		
235	Restrictivo		
236	Restrictivo		
237	Restrictivo		
238	Restrictivo		
239	Restrictivo		
240	Restrictivo		
241	Restrictivo		
242	Restrictivo		
243	Restrictivo		
244	Restrictivo		
245	Restrictivo		
246	Restrictivo		
247	Restrictivo		
248	Restrictivo		
249	Restrictivo		
250	Restrictivo		
251	Restrictivo		
252	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
253	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
254	Restrictivo		
255	Restrictivo		
256	Restrictivo		
257	Restrictivo		
258	Restrictivo		
259	Restrictivo		
260	Restrictivo		
261	Restrictivo		
262	Restrictivo		
263	Restrictivo		
264	Restrictivo		
265	Restrictivo		
266	Restrictivo		
267	Restrictivo		
268	Restrictivo		
269	Restrictivo		
270	Restrictivo		
271	Restrictivo		
272	Restrictivo		
273	Restrictivo		
274	Restrictivo		
275	Restrictivo		
276	Restrictivo		
277	Restrictivo		
278	Restrictivo		
279	Restrictivo		
280	Restrictivo		
281	Restrictivo		
282	Restrictivo		
283	Restrictivo		
284	Restrictivo		
285	Restrictivo		
286	Restrictivo		
287	Restrictivo		
288	Restrictivo		
289	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
290	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
291	Restrictivo		
292	Restrictivo		
293	Restrictivo		
294	Restrictivo		
295	Restrictivo		
296	Restrictivo		
297	Restrictivo		
298	Restrictivo		
299	Restrictivo		
300	Restrictivo		
301	Restrictivo		
302	Restrictivo		
303	Restrictivo		
304	Restrictivo		
305	Restrictivo		
306	Restrictivo		
307	Restrictivo		
308	Restrictivo		
309	Restrictivo		
310	Restrictivo		
311	Restrictivo		
312	Restrictivo		
313	Restrictivo		
314	Restrictivo		
315	Restrictivo		
316	Restrictivo		
317	Restrictivo		
318	Restrictivo		
319	Restrictivo		
320	Restrictivo		
321	Restrictivo		
322	Restrictivo		
323	Restrictivo		
324	Restrictivo		
325	Restrictivo		
326	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
327	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
328	Restrictivo		
329	Restrictivo		
330	Restrictivo		
331	Restrictivo		
332	Restrictivo		
333	Restrictivo		
334	Restrictivo		
335	Restrictivo		
336	Restrictivo		
337	Restrictivo		
338	Restrictivo		
339	Restrictivo		
340	Restrictivo		
341	Restrictivo		
342	Restrictivo		
343	Restrictivo		
344	Restrictivo		
345	Restrictivo		
346	Restrictivo		
347	Restrictivo		
348	Restrictivo		
349	Restrictivo		
350	Restrictivo		
351	Restrictivo		
352	Restrictivo		
353	Restrictivo		
354	Restrictivo		
355	Restrictivo		
356	Restrictivo		
357	Restrictivo		
358	Restrictivo		
359	Restrictivo		
360	Restrictivo		
361	Restrictivo		
362	Restrictivo		
363	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
364	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
365	Restrictivo		
366	Restrictivo		
367	Restrictivo		
368	Restrictivo		
369	Restrictivo		
370	Restrictivo		
371	Restrictivo		
372	Restrictivo		
373	Restrictivo		
[redacted]	[redacted]		
375	Restrictivo		
376	Restrictivo		
377	Restrictivo		
378	Restrictivo		
379	Restrictivo		
380	Restrictivo		
381	Restrictivo		
382	Restrictivo		
383	Restrictivo		
384	Restrictivo		
385	Restrictivo		
386	Restrictivo		
387	Restrictivo		
388	Restrictivo		
389	Restrictivo		
390	Restrictivo		
391	Restrictivo		
392	Restrictivo		
393	Restrictivo		
394	Restrictivo		
395	Restrictivo		
396	Restrictivo		
397	Restrictivo		
398	Restrictivo		
399	Restrictivo		
400	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
401	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
402	Restrictivo		
403	Restrictivo		
404	Restrictivo		
405	Restrictivo		
406	Restrictivo		
407	Restrictivo		
408	Restrictivo		
409	Restrictivo		
410	Restrictivo		
411	Restrictivo		
412	Restrictivo		
413	Restrictivo		
414	Restrictivo		
415	Restrictivo		
416	Restrictivo		
417	Restrictivo		
418	Restrictivo		
419	Restrictivo		
420	Restrictivo		
421	Restrictivo		
422	Restrictivo		
423	Restrictivo		
424	Restrictivo		
425	Restrictivo		
426	Restrictivo		
427	Restrictivo		
428	Restrictivo		
429	Restrictivo		
430	Restrictivo		
431	Restrictivo		
432	Restrictivo		
433	Restrictivo		
434	Restrictivo		
435	Restrictivo		
436	Restrictivo		
437	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
438	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
439	Restrictivo		
440	Restrictivo		
441	Restrictivo		
442	Restrictivo		
443	Restrictivo		
444	Restrictivo		
445	Restrictivo		
446	Restrictivo		
447	Restrictivo		
448	Restrictivo		
449	Restrictivo		
450	Restrictivo		
451	Restrictivo		
452	Restrictivo		
453	Restrictivo		
454	Restrictivo		
455	Restrictivo		
456	Restrictivo		
457	Restrictivo		
458	Restrictivo		
459	Restrictivo		
460	Restrictivo		
461	Restrictivo		
462	Restrictivo		
463	Restrictivo		
464	Restrictivo		
465	Restrictivo		
466	Restrictivo		
467	Restrictivo		
468	Restrictivo		
469	Restrictivo		
470	Restrictivo		
471	Restrictivo		
472	Restrictivo		
473	Restrictivo		
474	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
475	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
476	Restrictivo		
477	Restrictivo		
478	Restrictivo		
479	Restrictivo		
480	Restrictivo		
481	Restrictivo		
482	Restrictivo		
483	Restrictivo		
484	Restrictivo		
485	Restrictivo		
486	Restrictivo		
487	Restrictivo		
488	Restrictivo		
489	Restrictivo		
490	Restrictivo		
491	Restrictivo		
492	Restrictivo		
493	Restrictivo		
494	Restrictivo		
495	Restrictivo		
496	Restrictivo		
497	Restrictivo		
498	Restrictivo		
499	Restrictivo		
500	Restrictivo		
501	Restrictivo		
502	Restrictivo		
503	Restrictivo		
504	Restrictivo		
505	Restrictivo		
506	Restrictivo		
507	Restrictivo		
508	Restrictivo		
509	Restrictivo		
510	Restrictivo		
511	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
512	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
513	Restrictivo		
514	Restrictivo		
515	Restrictivo		
516	Restrictivo		
517	Restrictivo		
518	Restrictivo		
519	Restrictivo		
520	Restrictivo		
521	Restrictivo		
522	Restrictivo		
523	Restrictivo		
524	Restrictivo		
525	Restrictivo		
526	Restrictivo		
527	Restrictivo		
528	Restrictivo		
529	Restrictivo		
530	Restrictivo		
531	Restrictivo		
532	Restrictivo		
533	Restrictivo		
534	Restrictivo		
535	Restrictivo		
536	Restrictivo		
537	Restrictivo		
538	Restrictivo		
539	Restrictivo		
540	Restrictivo		
541	Restrictivo		
542	Restrictivo		
543	Restrictivo		
544	Restrictivo		
545	Restrictivo		
546	Restrictivo		
547	Restrictivo		
548	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
549	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
550	Restrictivo		
551	Restrictivo		
552	Restrictivo		
553	Restrictivo		
554	Restrictivo		
555	Restrictivo		
556	Restrictivo		
557	Restrictivo		
558	Restrictivo		
559	Restrictivo		
560	Restrictivo		
561	Restrictivo		
562	Restrictivo		
563	Restrictivo		
564	Restrictivo		
565	Restrictivo		
566	Restrictivo		
567	Restrictivo		
568	Restrictivo		
569	Restrictivo		
570	Restrictivo		
571	Restrictivo		
572	Restrictivo		
573	Restrictivo		
574	Restrictivo		
575	Restrictivo		
576	Restrictivo		
577	Restrictivo		
578	Restrictivo		
579	Restrictivo		
580	Restrictivo		
581	Restrictivo		
582	Restrictivo		
583	Restrictivo		
584	Restrictivo		
585	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
586	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
587	Restrictivo		
588	Restrictivo		
589	Restrictivo		
590	Restrictivo		
591	Restrictivo		
592	Restrictivo		
593	Restrictivo		
594	Restrictivo		
595	Restrictivo		
596	Restrictivo		
597	Restrictivo		
598	Restrictivo		
599	Restrictivo		
600	Restrictivo		
601	Restrictivo		
602	Restrictivo		
603	Restrictivo		
604	Restrictivo		
605	Restrictivo		
606	Restrictivo		
607	Restrictivo		
608	Restrictivo		
609	Restrictivo		
610	Restrictivo		
611	Restrictivo		
612	Restrictivo		
613	Restrictivo		
614	Restrictivo		
615	Restrictivo		
616	Restrictivo		
617	Restrictivo		
618	Restrictivo		
619	Restrictivo		
620	Restrictivo		
621	Restrictivo		
622	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
623	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
624	Restrictivo		
625	Restrictivo		
626	Restrictivo		
627	Restrictivo		
628	Restrictivo		
629	Restrictivo		
630	Restrictivo		
631	Restrictivo		
632	Restrictivo		
633	Restrictivo		
634	Restrictivo		
635	Restrictivo		
636	Restrictivo		
637	Restrictivo		
638	Restrictivo		
639	Restrictivo		
640	Restrictivo		
641	Restrictivo		
642	Restrictivo		
643	Restrictivo		
644	Restrictivo		
645	Restrictivo		
646	Restrictivo		
647	Restrictivo		
648	Restrictivo		
649	Restrictivo		
650	Restrictivo		
651	Restrictivo		
652	Restrictivo		
653	Restrictivo		
654	Restrictivo		
655	Restrictivo		
656	Restrictivo		
657	Restrictivo		
658	Restrictivo		
659	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
660	Restrictivo	COORDENADS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
661	Restrictivo		
662	Restrictivo		
663	Restrictivo		
664	Restrictivo		
665	Restrictivo		
666	Restrictivo		
667	Restrictivo		
668	Restrictivo		
669	Restrictivo		
670	Restrictivo		
671	Restrictivo		
672	Restrictivo		
673	Restrictivo		
674	Restrictivo		
675	Restrictivo		
676	Restrictivo		
677	Restrictivo		
678	Restrictivo		
679	Restrictivo		
680	Restrictivo		
681	Restrictivo		
682	Restrictivo		
683	Restrictivo		
684	Restrictivo		
685	Restrictivo		
686	Restrictivo		
687	Restrictivo		
688	Restrictivo		
689	Restrictivo		
690	Restrictivo		
691	Restrictivo		
692	Restrictivo		
693	Restrictivo		
694	Restrictivo		
695	Restrictivo		
696	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
697	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
698	Restrictivo		
699	Restrictivo		
700	Restrictivo		
701	Restrictivo		
702	Restrictivo		
703	Restrictivo		
704	Restrictivo		
705	Restrictivo		
706	Restrictivo		
707	Restrictivo		
708	Restrictivo		
709	Restrictivo		
710	Restrictivo		
711	Restrictivo		
712	Restrictivo		
713	Restrictivo		
714	Restrictivo		
715	Restrictivo		
716	Restrictivo		
717	Restrictivo		
718	Restrictivo		
719	Restrictivo		
720	Restrictivo		
721	Restrictivo		
722	Restrictivo		
723	Restrictivo		
724	Restrictivo		
725	Restrictivo		
726	Restrictivo		
727	Restrictivo		
728	Restrictivo		
729	Restrictivo		
730	Restrictivo		
731	Restrictivo		
732	Restrictivo		
733	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
734	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
735	Restrictivo		
736	Restrictivo		
737	Restrictivo		
738	Restrictivo		
739	Restrictivo		
740	Restrictivo		
741	Restrictivo		
742	Restrictivo		
743	Restrictivo		
744	Restrictivo		
745	Restrictivo		
746	Restrictivo		
747	Restrictivo		
748	Restrictivo		
749	Restrictivo		
750	Restrictivo		
751	Restrictivo		
752	Restrictivo		
753	Restrictivo		
754	Restrictivo		
755	Restrictivo		
756	Restrictivo		
757	Restrictivo		
758	Restrictivo		
759	Restrictivo		
760	Restrictivo		
761	Restrictivo		
762	Restrictivo		
763	Restrictivo		
764	Restrictivo		
765	Restrictivo		
766	Restrictivo		
767	Restrictivo		
768	Restrictivo		
769	Restrictivo		
770	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
771	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
772	Restrictivo		
773	Restrictivo		
774	Restrictivo		
775	Restrictivo		
776	Restrictivo		
777	Restrictivo		
778	Restrictivo		
779	Restrictivo		
780	Restrictivo		
781	Restrictivo		
782	Restrictivo		
783	Restrictivo		
784	Restrictivo		
785	Restrictivo		
786	Restrictivo		
787	Restrictivo		
788	Restrictivo		
789	Restrictivo		
790	Restrictivo		
791	Restrictivo		
792	Restrictivo		
793	Restrictivo		
794	Restrictivo		
795	Restrictivo		
796	Restrictivo		
797	Restrictivo		
798	Restrictivo		
799	Restrictivo		
800	Restrictivo		
801	Restrictivo		
802	Restrictivo		
803	Restrictivo		
804	Restrictivo		
805	Restrictivo		
806	Restrictivo		
807	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
808	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
809	Restrictivo		
810	Restrictivo		
811	Restrictivo		
812	Restrictivo		
813	Restrictivo		
814	Restrictivo		
815	Restrictivo		
816	Restrictivo		
817	Restrictivo		
818	Restrictivo		
819	Restrictivo		
820	Restrictivo		
821	Restrictivo		
822	Restrictivo		
823	Restrictivo		
824	Restrictivo		
825	Restrictivo		
826	Restrictivo		
827	Restrictivo		
828	Restrictivo		
829	Restrictivo		
830	Restrictivo		
831	Restrictivo		
832	Restrictivo		
833	Restrictivo		
834	Restrictivo		
835	Restrictivo		
836	Restrictivo		
837	Restrictivo		
838	Restrictivo		
839	Restrictivo		
840	Restrictivo		
841	Restrictivo		
842	Restrictivo		
843	Restrictivo		
844	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
845	Restrictivo	COORDENADS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
846	Restrictivo		
847	Restrictivo		
848	Restrictivo		
849	Restrictivo		
850	Restrictivo		
851	Restrictivo		
852	Restrictivo		
853	Restrictivo		
854	Restrictivo		
855	Restrictivo		
856	Restrictivo		
857	Restrictivo		
858	Restrictivo		
859	Restrictivo		
860	Restrictivo		
861	Restrictivo		
862	Restrictivo		
863	Restrictivo		
864	Restrictivo		
865	Restrictivo		
866	Restrictivo		
867	Restrictivo		
868	Restrictivo		
869	Restrictivo		
870	Restrictivo		
871	Restrictivo		
872	Restrictivo		
873	Restrictivo		
874	Restrictivo		
875	Restrictivo		
876	Restrictivo		
877	Restrictivo		
878	Restrictivo		
879	Restrictivo		
880	Restrictivo		
881	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
882	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
883	Restrictivo		
884	Restrictivo		
885	Restrictivo		
886	Restrictivo		
887	Restrictivo		
888	Restrictivo		
889	Restrictivo		
890	Restrictivo		
891	Restrictivo		
892	Restrictivo		
893	Restrictivo		
894	Restrictivo		
895	Restrictivo		
896	Restrictivo		
897	Restrictivo		
898	Restrictivo		
899	Restrictivo		
900	Restrictivo		
901	Restrictivo		
902	Restrictivo		
903	Restrictivo		
904	Restrictivo		
905	Restrictivo		
906	Restrictivo		
907	Restrictivo		
908	Restrictivo		
909	Restrictivo		
910	Restrictivo		
911	Restrictivo		
912	Restrictivo		
913	Restrictivo		
914	Restrictivo		
915	Restrictivo		
916	Restrictivo		
917	Restrictivo		
918	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
919	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
920	Restrictivo		
921	Restrictivo		
922	Restrictivo		
923	Restrictivo		
924	Restrictivo		
925	Restrictivo		
926	Restrictivo		
927	Restrictivo		
928	Restrictivo		
929	Restrictivo		
930	Restrictivo		
931	Restrictivo		
932	Restrictivo		
933	Restrictivo		
934	Restrictivo		
935	Restrictivo		
936	Restrictivo		
937	Restrictivo		
938	Restrictivo		
939	Restrictivo		
940	Restrictivo		
941	Restrictivo		
942	Restrictivo		
943	Restrictivo		
944	Restrictivo		
945	Restrictivo		
946	Restrictivo		
947	Restrictivo		
948	Restrictivo		
949	Restrictivo		
950	Restrictivo		
951	Restrictivo		
952	Restrictivo		
953	Restrictivo		
954	Restrictivo		
955	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
956	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
957	Restrictivo		
958	Restrictivo		
959	Restrictivo		
960	Restrictivo		
961	Restrictivo		
962	Restrictivo		
963	Restrictivo		
964	Restrictivo		
965	Restrictivo		
966	Restrictivo		
967	Restrictivo		
968	Restrictivo		
969	Restrictivo		
970	Restrictivo		
971	Restrictivo		
972	Restrictivo		
973	Restrictivo		
974	Restrictivo		
975	Restrictivo		
976	Restrictivo		
977	Restrictivo		
978	Restrictivo		
979	Restrictivo		
980	Restrictivo		
981	Restrictivo		
982	Restrictivo		
983	Restrictivo		
984	Restrictivo		
985	Restrictivo		
986	Restrictivo		
987	Restrictivo		
988	Restrictivo		
989	Restrictivo		
990	Restrictivo		
991	Restrictivo		
992	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
993	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
994	Restrictivo		
995	Restrictivo		
996	Restrictivo		
997	Restrictivo		
998	Restrictivo		
999	Restrictivo		
1000	Restrictivo		
1001	Restrictivo		
1002	Restrictivo		
1003	Restrictivo		
1004	Restrictivo		
1005	Restrictivo		
1006	Restrictivo		
1007	Restrictivo		
1008	Restrictivo		
1009	Restrictivo		
1010	Restrictivo		
1011	Restrictivo		
1012	Restrictivo		
1013	Restrictivo		
1014	Restrictivo		
1015	Restrictivo		
1016	Restrictivo		
1017	Restrictivo		
1018	Restrictivo		
1019	Restrictivo		
1020	Restrictivo		
1021	Restrictivo		
1022	Restrictivo		
1023	Restrictivo		
1024	Restrictivo		
1025	Restrictivo		
1026	Restrictivo		
1027	Restrictivo		
1028	Restrictivo		
1029	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1030	Restrictivo	COORDENADS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1031	Restrictivo		
1032	Restrictivo		
1033	Restrictivo		
1034	Restrictivo		
1035	Restrictivo		
1036	Restrictivo		
1037	Restrictivo		
1038	Restrictivo		
1039	Restrictivo		
1040	Restrictivo		
1041	Restrictivo		
1042	Restrictivo		
1043	Restrictivo		
1044	Restrictivo		
1045	Restrictivo		
1046	Restrictivo		
1047	Restrictivo		
1048	Restrictivo		
1049	Restrictivo		
1050	Restrictivo		
1051	Restrictivo		
1052	Restrictivo		
1053	Restrictivo		
1054	Restrictivo		
1055	Restrictivo		
1056	Restrictivo		
1057	Restrictivo		
1058	Restrictivo		
1059	Restrictivo		
1060	Restrictivo		
1061	Restrictivo		
1062	Restrictivo		
1063	Restrictivo		
1064	Restrictivo		
1065	Restrictivo		
1066	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1067	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1068	Restrictivo		
1069	Restrictivo		
1070	Restrictivo		
1071	Restrictivo		
1072	Restrictivo		
1073	Restrictivo		
1074	Restrictivo		
1075	Restrictivo		
1076	Restrictivo		
1077	Restrictivo		
1078	Restrictivo		
1079	Restrictivo		
1080	Restrictivo		
1081	Restrictivo		
1082	Restrictivo		
1083	Restrictivo		
1084	Restrictivo		
1085	Restrictivo		
1086	Restrictivo		
1087	Restrictivo		
1088	Restrictivo		
1089	Restrictivo		
1090	Restrictivo		
1091	Restrictivo		
1092	Restrictivo		
1093	Restrictivo		
1094	Restrictivo		
1095	Restrictivo		
1096	Restrictivo		
1097	Restrictivo		
1098	Restrictivo		
1099	Restrictivo		
1100	Restrictivo		
1101	Restrictivo		
1102	Restrictivo		
1103	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
1104	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
1105	Restrictivo		
1106	Restrictivo		
1107	Restrictivo		
1108	Restrictivo		
1109	Restrictivo		
1110	Restrictivo		
1111	Restrictivo		
1112	Restrictivo		
1113	Restrictivo		
1114	Restrictivo		
1115	Restrictivo		
1116	Restrictivo		
1117	Restrictivo		
1118	Restrictivo		
1119	Restrictivo		
1120	Restrictivo		
1121	Restrictivo		
1122	Restrictivo		
1123	Restrictivo		
1124	Restrictivo		
1125	Restrictivo		
1126	Restrictivo		
1127	Restrictivo		
1128	Restrictivo		
1129	Restrictivo		
1130	Restrictivo		
1131	Restrictivo		
1132	Restrictivo		
1133	Restrictivo		
1134	Restrictivo		
1135	Restrictivo		
Sección VI TRD MERIDA A CFE VALLADOLID			
1	Restrictivo		
2	Restrictivo		
3	Restrictivo		
4	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
5	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
6	Restrictivo		
7	Restrictivo		
8	Restrictivo		
9	Restrictivo		
10	Restrictivo		
11	Restrictivo		
12	Restrictivo		
13	Restrictivo		
14	Restrictivo		
15	Restrictivo		
16	Restrictivo		
17	Restrictivo		
18	Restrictivo		
19	Restrictivo		
20	Restrictivo		
21	Restrictivo		
22	Restrictivo		
23	Restrictivo		
24	Restrictivo		
25	Restrictivo		
26	Restrictivo		
27	Restrictivo		
28	Restrictivo		
29	Restrictivo		
30	Restrictivo		
31	Restrictivo		
32	Restrictivo		
33	Restrictivo		
34	Restrictivo		
35	Restrictivo		
36	Restrictivo		
37	Restrictivo		
38	Restrictivo		
39	Restrictivo		
40	Restrictivo		
41	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
42	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
43	Restrictivo		
44	Restrictivo		
45	Restrictivo		
46	Restrictivo		
47	Restrictivo		
48	Restrictivo		
49	Restrictivo		
50	Restrictivo		
51	Restrictivo		
52	Restrictivo		
53	Restrictivo		
54	Restrictivo		
55	Restrictivo		
56	Restrictivo		
57	Restrictivo		
58	Restrictivo		
59	Restrictivo		
60	Restrictivo		
61	Restrictivo		
62	Restrictivo		
63	Restrictivo		
64	Restrictivo		
65	Restrictivo		
66	Restrictivo		
67	Restrictivo		
68	Restrictivo		
69	Restrictivo		
70	Restrictivo		
71	Restrictivo		
72	Restrictivo		
73	Restrictivo		
74	Restrictivo		
75	Restrictivo		
76	Restrictivo		
77	Restrictivo		
78	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
79	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
80	Restrictivo		
81	Restrictivo		
82	Restrictivo		
83	Restrictivo		
84	Restrictivo		
85	Restrictivo		
86	Restrictivo		
87	Restrictivo		
88	Restrictivo		
89	Restrictivo		
90	Restrictivo		
91	Restrictivo		
92	Restrictivo		
93	Restrictivo		
94	Restrictivo		
95	Restrictivo		
96	Restrictivo		
97	Restrictivo		
98	Restrictivo		
99	Restrictivo		
100	Restrictivo		
101	Restrictivo		
102	Restrictivo		
103	Restrictivo		
104	Restrictivo		
105	Restrictivo		
106	Restrictivo		
107	Restrictivo		
108	Restrictivo		
109	Restrictivo		
110	Restrictivo		
111	Restrictivo		
112	Restrictivo		
113	Restrictivo		
114	Restrictivo		
115	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
116	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
117	Restrictivo		
118	Restrictivo		
119	Restrictivo		
120	Restrictivo		
121	Restrictivo		
122	Restrictivo		
123	Restrictivo		
124	Restrictivo		
125	Restrictivo		
126	Restrictivo		
127	Restrictivo		
128	Restrictivo		
129	Restrictivo		
130	Restrictivo		
131	Restrictivo		
132	Restrictivo		
133	Restrictivo		
134	Restrictivo		
135	Restrictivo		
136	Restrictivo		
137	Restrictivo		
138	Restrictivo		
139	Restrictivo		
140	Restrictivo		
141	Restrictivo		
142	Restrictivo		
143	Restrictivo		
144	Restrictivo		
145	Restrictivo		
146	Restrictivo		
147	Restrictivo		
148	Restrictivo		
149	Restrictivo		
150	Restrictivo		
151	Restrictivo		
152	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
153	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
154	Restrictivo		
155	Restrictivo		
156	Restrictivo		
157	Restrictivo		
158	Restrictivo		
159	Restrictivo		
160	Restrictivo		
161	Restrictivo		
162	Restrictivo		
163	Restrictivo		
164	Restrictivo		
165	Restrictivo		
166	Restrictivo		
167	Restrictivo		
168	Restrictivo		
169	Restrictivo		
170	Restrictivo		
171	Restrictivo		
172	Restrictivo		
173	Restrictivo		
174	Restrictivo		
175	Restrictivo		
176	Restrictivo		
177	Restrictivo		
178	Restrictivo		
179	Restrictivo		
180	Restrictivo		
181	Restrictivo		
182	Restrictivo		
183	Restrictivo		
184	Restrictivo		
185	Restrictivo		
186	Restrictivo		
187	Restrictivo		
188	Restrictivo		
189	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
190	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
191	Restrictivo		
192	Restrictivo		
193	Restrictivo		
194	Restrictivo		
195	Restrictivo		
196	Restrictivo		
197	Restrictivo		
198	Restrictivo		
199	Restrictivo		
200	Restrictivo		
201	Restrictivo		
202	Restrictivo		
203	Restrictivo		
204	Restrictivo		
205	Restrictivo		
206	Restrictivo		
207	Restrictivo		
208	Restrictivo		
209	Restrictivo		
210	Restrictivo		
211	Restrictivo		
212	Restrictivo		
213	Restrictivo		
214	Restrictivo		
215	Restrictivo		
216	Restrictivo		
217	Restrictivo		
218	Restrictivo		
219	Restrictivo		
220	Restrictivo		
221	Restrictivo		
222	Restrictivo		
223	Restrictivo		
224	Restrictivo		
225	Restrictivo		
226	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
227	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
228	Restrictivo		
229	Restrictivo		
230	Restrictivo		
231	Restrictivo		
232	Restrictivo		
233	Restrictivo		
234	Restrictivo		
235	Restrictivo		
236	Restrictivo		
237	Restrictivo		
238	Restrictivo		
239	Restrictivo		
240	Restrictivo		
241	Restrictivo		
242	Restrictivo		
243	Restrictivo		
244	Restrictivo		
245	Restrictivo		
246	Restrictivo		
247	Restrictivo		
248	Restrictivo		
249	Restrictivo		
250	Restrictivo		
251	Restrictivo		
252	Restrictivo		
253	Restrictivo		
254	Restrictivo		
255	Restrictivo		
256	Restrictivo		
257	Restrictivo		
258	Restrictivo		
259	Restrictivo		
260	Restrictivo		
261	Restrictivo		
262	Restrictivo		
263	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
264	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
265	Restrictivo		
266	Restrictivo		
267	Restrictivo		
268	Restrictivo		
269	Restrictivo		
270	Restrictivo		
271	Restrictivo		
272	Restrictivo		
273	Restrictivo		
274	Restrictivo		
275	Restrictivo		
276	Restrictivo		
277	Restrictivo		
278	Restrictivo		
279	Restrictivo		
280	Restrictivo		
281	Restrictivo		
282	Restrictivo		
283	Restrictivo		
284	Restrictivo		
285	Restrictivo		
286	Restrictivo		
287	Restrictivo		
288	Restrictivo		
289	Restrictivo		
290	Restrictivo		
291	Restrictivo		
292	Restrictivo		
293	Restrictivo		
294	Restrictivo		
295	Restrictivo		
296	Restrictivo		
297	Restrictivo		
298	Restrictivo		
299	Restrictivo		
300	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM
301	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
302	Restrictivo		
303	Restrictivo		
304	Restrictivo		
305	Restrictivo		
306	Restrictivo		
307	Restrictivo		
308	Restrictivo		
309	Restrictivo		
310	Restrictivo		
311	Restrictivo		
312	Restrictivo		
313	Restrictivo		
314	Restrictivo		
315	Restrictivo		
316	Restrictivo		
317	Restrictivo		
318	Restrictivo		
319	Restrictivo		
320	Restrictivo		
321	Restrictivo		
322	Restrictivo		
323	Restrictivo		
324	Restrictivo		
325	Restrictivo		
326	Restrictivo		
327	Restrictivo		
328	Restrictivo		
329	Restrictivo		
330	Restrictivo		
331	Restrictivo		
332	Restrictivo		
333	Restrictivo		
334	Restrictivo		
335	Restrictivo		
336	Restrictivo		
337	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
338	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
339	Restrictivo		
340	Restrictivo		
341	Restrictivo		
342	Restrictivo		
343	Restrictivo		
344	Restrictivo		
345	Restrictivo		
346	Restrictivo		
347	Restrictivo		
348	Restrictivo		
349	Restrictivo		
350	Restrictivo		
351	Restrictivo		
352	Restrictivo		
353	Restrictivo		
354	Restrictivo		
355	Restrictivo		
356	Restrictivo		
357	Restrictivo		
358	Restrictivo		
359	Restrictivo		
360	Restrictivo		
361	Restrictivo		
362	Restrictivo		
363	Restrictivo		
364	Restrictivo		
365	Restrictivo		
366	Restrictivo		
367	Restrictivo		
368	Restrictivo		
369	Restrictivo		
370	Restrictivo		
371	Restrictivo		
372	Restrictivo		
373	Restrictivo		
374	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
375	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
376	Restrictivo		
377	Restrictivo		
378	Restrictivo		
379	Restrictivo		
380	Restrictivo		
381	Restrictivo		
382	Restrictivo		
383	Restrictivo		
384	Restrictivo		
385	Restrictivo		
386	Restrictivo		
387	Restrictivo		
388	Restrictivo		
389	Restrictivo		
390	Restrictivo		
391	Restrictivo		
392	Restrictivo		
393	Restrictivo		
394	Restrictivo		
395	Restrictivo		
396	Restrictivo		
397	Restrictivo		
398	Restrictivo		
399	Restrictivo		
400	Restrictivo		
401	Restrictivo		
402	Restrictivo		
403	Restrictivo		
404	Restrictivo		
405	Restrictivo		
406	Restrictivo		
407	Restrictivo		
408	Restrictivo		
409	Restrictivo		
410	Restrictivo		
411	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
412	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
413	Restrictivo		
414	Restrictivo		
415	Restrictivo		
416	Restrictivo		
417	Restrictivo		
418	Restrictivo		
419	Restrictivo		
420	Restrictivo		
421	Restrictivo		
422	Restrictivo		
423	Restrictivo		
424	Restrictivo		
425	Restrictivo		
426	Restrictivo		
427	Restrictivo		
428	Restrictivo		
429	Restrictivo		
430	Restrictivo		
431	Restrictivo		
432	Restrictivo		
433	Restrictivo		
434	Restrictivo		
435	Restrictivo		
436	Restrictivo		
437	Restrictivo		
438	Restrictivo		
439	Restrictivo		
440	Restrictivo		
441	Restrictivo		
442	Restrictivo		
443	Restrictivo		
444	Restrictivo		
445	Restrictivo		
446	Restrictivo		
447	Restrictivo		
448	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
449	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
450	Restrictivo		
451	Restrictivo		
452	Restrictivo		
453	Restrictivo		
454	Restrictivo		
455	Restrictivo		
456	Restrictivo		
457	Restrictivo		
458	Restrictivo		
459	Restrictivo		
460	Restrictivo		
461	Restrictivo		
462	Restrictivo		
463	Restrictivo		
464	Restrictivo		
465	Restrictivo		
466	Restrictivo		
467	Restrictivo		
468	Restrictivo		
469	Restrictivo		
470	Restrictivo		
471	Restrictivo		
472	Restrictivo		
473	Restrictivo		
474	Restrictivo		
475	Restrictivo		
476	Restrictivo		
477	Restrictivo		
478	Restrictivo		
479	Restrictivo		
480	Restrictivo		
481	Restrictivo		
482	Restrictivo		
483	Restrictivo		
484	Restrictivo		
485	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
486	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
487	Restrictivo		
488	Restrictivo		
489	Restrictivo		
490	Restrictivo		
491	Restrictivo		
492	Restrictivo		
493	Restrictivo		
494	Restrictivo		
495	Restrictivo		
496	Restrictivo		
497	Restrictivo		
498	Restrictivo		
499	Restrictivo		
500	Restrictivo		
501	Restrictivo		
502	Restrictivo		
503	Restrictivo		
504	Restrictivo		
505	Restrictivo		
506	Restrictivo		
507	Restrictivo		
508	Restrictivo		
509	Restrictivo		
510	Restrictivo		
511	Restrictivo		
512	Restrictivo		
513	Restrictivo		
514	Restrictivo		
515	Restrictivo		
516	Restrictivo		
517	Restrictivo		
518	Restrictivo		
519	Restrictivo		
520	Restrictivo		
521	Restrictivo		
522	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
523	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
524	Restrictivo		
525	Restrictivo		
526	Restrictivo		
527	Restrictivo		
528	Restrictivo		
529	Restrictivo		
530	Restrictivo		
531	Restrictivo		
532	Restrictivo		
533	Restrictivo		
534	Restrictivo		
535	Restrictivo		
536	Restrictivo		
537	Restrictivo		
538	Restrictivo		
539	Restrictivo		
540	Restrictivo		
541	Restrictivo		
542	Restrictivo		
543	Restrictivo		
544	Restrictivo		
545	Restrictivo		
546	Restrictivo		
547	Restrictivo		
548	Restrictivo		
549	Restrictivo		
550	Restrictivo		
551	Restrictivo		
552	Restrictivo		
553	Restrictivo		
554	Restrictivo		
555	Restrictivo		
556	Restrictivo		
557	Restrictivo		
558	Restrictivo		
559	Restrictivo		

Nombre	Tipo de señalamiento	Coordenadas UTM X	Coordenadas UTM Y
560	Restrictivo	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	
561	Restrictivo		
562	Restrictivo		
563	Restrictivo		
564	Restrictivo		
565	Restrictivo		
566	Restrictivo		
567	Restrictivo		
568	Restrictivo		
569	Restrictivo		
570	Restrictivo		
571	Restrictivo		
572	Restrictivo		
573	Restrictivo		
574	Restrictivo		
575	Restrictivo		
576	Restrictivo		
577	Restrictivo		
578	Restrictivo		
579	Restrictivo		
580	Restrictivo		
581	Restrictivo		
582	Restrictivo		
583	Restrictivo		

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

a 20. Instalaciones superficiales: estaciones de compresión (CS).

Descripción	Nombre	Pasos de egulación	Presión de entrada de diseño y operación (Kg/cm²)			Presión salida de diseño y operación (Kg/cm²)			Flujo de diseño y operación (MMPCD)		
			Mínimo	Normal	Máximo	Mínimo	Normal	Máximo	Mínimo	Normal	Máximo
Estación de compresión	CS1	nfiguración 2+1	48.65	50	70.3	80	84.3	140.6	55	250	330
Estación de compresión	CS2	nfiguración 1+1	50	59	105	70	80	112	58	194	292

Tabla 21. Instalaciones superficiales: estaciones de medición (EM) y estaciones de medición y regulación (ERM).

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

Nombre	Pasos de egulación	Presión operación primer paso de regulación (kg/cm²)		Presión operación segundo paso de regulación (kg/cm²)		Flujo de diseño y operación (MMPCD)		
		Entrada	Regulada	Entrada	Regulada	Mínimo	Normal	Máximo
EM Cactus	0	56	N/A	56	N/A	28	250	280
EM EM2	0	N/A	N/A	N/A	N/A	30	250	300
EM EM3	1	N/A	N/A	N/A	N/A	30	250	300
EM Cd. PEMEX	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ERM CC Campeche	2	70	38	70	37	22.96	40	45.91
ERM GNC	2	70	-	-	48	2.96	7.7	8.5
ERM Mérida II	2	29	7.5	29	7.0	11	16	22.04
ERM Mérida III	2	60	29	70	28	26.6	46	53.18
ERM Mérida West	2	60	40	40	20.68	6-	7.5	8.5
ERM Clúster Mérida	1	32	23.44	N/A	N/A	1	1.5	1.67
ERM Valladolid III	2	60	28	60	27	47.67	88	95.35
ERM Valladolid CC	2	60	20	60	19	13.24	21	26.49
ERM Pollos Crío	2	-	-	-	-	-	-	-

Nombre		asos de gulación	Presión operación primer paso de regulación (kg/cm²)		Presión operación segundo paso de regulación (kg/cm²)		Flujo de diseño y operación (MMPCD)		
			Entrada	Regulada	Entrada	Regulada	Mínimo	Normal	Máximo
ERM Mérida IV		1	84.36	28	-	-	-	-	85
ERM Valladolid IV		1	84.36	28	-	-	-	-	165
ERM Engie Industrial		1	84.36	28	-	-	-	-	33

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

Tabla 22. Instalaciones superficiales: trampas de envío y/o recibo de diablos y válvulas de seccionamiento.

Descripción	Nombre	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM		Diámetro	Tipo de especificación
		Km			
Trampa de envío diablos Cuxtal	TED CUXTAL	0+000		36"	API 5L X70
Trampa de recibo de diablos Cuxtal	TRD EM2	14+359		36"	API 5L X70
Trampa de envío de diablos	TED EM2	0.00		30"	API 5L X65
Válvula de seccionamiento	MLV 2-1	23600.55		30"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV 2-2	52147.29		30"	API 6D
Trampa de recibo de diablos	TRD EM3	78608.53		30"	API 5L 65
Trampa de recibo de diablos	TRD CS1	5+064		24"	API 5L X60,52
Trampa de envío de diablos	TED CS1	0		24"	API 5L X60,52
Válvula de seccionamiento	MLV1	26154.901		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV1 A	26154.901		20"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV2	56910.544		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV2 A	56910.544		20"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV3	88310.316		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV3 A	88310.316		20"	API 6D
Válvula Troncal (Interconexión)	HPV-03001	94909.383		24 x 6"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV4	119260.879		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV4 A	119260.879		20"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV5	149978.323		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV5 A	149978.323		20"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV6	180304.618		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV6 A	180304.618		20"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV7	209772.133		24"	API 6D

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

Descripción	Nombre	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM		Diámetro	Tipo de especificación
		Km			
Válvula de seccionamiento	MLV7 A	209772.133	COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP	20"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV8	230505.833		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV8 A	230505.833		20"	API 6D
Trampa de recibo de diablos	TRD CS2	259165.959		24"	API 6D
Trampa de envío de diablos	TED CS2	0		22"	API 5L X60,56
Válvula de seccionamiento	MLV9	30760.911		22"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV9A	30760.911		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV10	61251.417		22"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV10 A	61251.417		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV11	92785.956		22"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV11 A	92785.956		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV12	122830.732		22"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV12	122830.732		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV13	154122.031		22"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV13	154122.031		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV14	185697.467		22"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV14	185697.467		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV15	215067.487		22"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV15 A	215067.487		24"	API 6D
Válvula Troncal (Interconexión)	Óxica	234460.73		22 x 4"	API 5L X65
Válvula de seccionamiento	MLV16	241675.277		22"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV16A	241675.277		24"	API 6D
Válvula Troncal (Interconexión)	Energas	255947.778		22 x 8"	WPHY-65
Válvula Troncal (Interconexión)	Keken	257570.37		22 x 2"	API 5L X65
Válvula Troncal (Interconexión)	GNC	264308.212		22 x 4"	API 5L X65
Válvula Troncal (Interconexión)	Mérida III	265058.835		22 x 10"	API 5L X65
Trampa de recibo de diablos	TRD CS3	265090.219		22"	API 5L X60,56
Trampa de envío de diablos	TED CS3	0.00		16"	API 5L X60,56
Válvula Troncal (Interconexión)	IGSMX Dondé	665.76		16 x 2"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV17	23607.20		16"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV17A	23607.20		24"	API 6D
Válvula Troncal (Interconexión)	IGSMX Lee	23622.87		16 x 2"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV18	52959.31		16"	API 6D

Descripción	Nombre	Ubicac		Diámetro	Tipo de especificación
		Km			
Válvula de seccionamiento	MLV18 A	52959.31		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV19	81568.07		16"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV19A	81568.07		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV20	108117.31		16"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV20A	108117.31		24"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV21	138738.63		16"	API 6D
Válvula de seccionamiento	MLV21A	138738.63		24"	API 6D

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

Nota: Los colores de la celda de la columna "Diámetro" indican los segmentos del [redacted] ral, por diámetro

III. Descripción del proceso.

A. Filosofía de operación.

El **Proyecto** contará con abastecimiento de tres fuentes:

- Interconexión con gasoducto de 48” Ø Cactus-San Fernando, mediante gasoducto de 36” Ø.
- Interconexión CPG Nuevo Pemex mediante gasoducto de 30” Ø.
- Interconexión CPG Ciudad Pemex mediante gasoducto de 24” Ø.

Para el **Proyecto** se contará con una primera sección con un ducto de 36” Ø con una longitud de 14+359 km con un flujo de 511.58 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2 que llega hasta la **EM2**. Se continuará con un ducto de 30” Ø con una longitud de 79+408 km con un flujo de 511.58 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2 que llega hasta la **EM3**. Posteriormente, se conduce hasta la estación de compresión **CS1** para mantener la presión de 84.36 kg/cm^2 consumiendo para tal operación 4.1 MMSCFD de gas natural. En este segmento salen dos ductos hacia la estación de compresión **CS2**, el primer ducto es de 24” Ø con una longitud de 261+755 k, un flujo de 310.17 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2. Este primer ducto, a su vez, tiene un ducto de interconexión de 10” Ø con una longitud de 1+100 km que suministra un flujo de 46 MMSCFD a la **ERM CFE CC** Campeche. El segundo ducto, nombrado como **Loop 1**, será de 20” Ø y tendrá una longitud de 263+224 km con un flujo de 197.30 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2.

En la estación de compresión **CS2** nuevamente se mantiene la presión de transporte a 84.36 kg/cm^2 consumiendo 2.47 MMSCFD de gas natural. Se continua el transporte hasta la Trampa de Diablos Mérida con dos gasoductos. El primer ducto de 22” Ø con una con una longitud de 266+294 km con un flujo de 202.50 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2 tiene un ducto de interconexión de 4” Ø con una longitud de 0+730 km que suministra un flujo de 7.7 MMSCFD a la **ERM GNC**. El segundo ducto, nombrado como **Loop 2,** será de 24” Ø con una con una longitud de 267+297 km, un flujo de 256.50 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2. En la Trampa de Diablos Mérida se continuará el transporte mediante cuatro ductos.

El primer ducto de 16” Ø llegará hasta la **ERM CFE** Mérida II y III con un flujo de 101.5 MMSCFD, presión de 84.36 kg/cm^2 y con una longitud de 3+043 km. De este ducto se desprende un ramal de interconexión que es un ducto de 10” Ø que suministra un flujo de 7.5 MMSCFD a cuatro válvulas de interconexión (MERIGAS, MERIGAS NORTE, Mérida I y Gas Natural Mérida. El segundo ducto, nombrado como **Loop 4**, llegará hasta las **ERM CFE** Mérida IV y **ERM** Engie Industrial, tendrá un flujo de 97.7 MMSCFD, presión de 84.36 kg/cm^2 y una longitud de 3+535 km. El tercer ducto que sale de la **TRD** Mérida tiene un diámetro de 16” Ø con una longitud de 160+462 km, un flujo de 102.1 MMSCFD y presión de 94.36 kg/cm^2 y llega hasta las **ERM CFE CC** Valladolid y **ERM CFE** Valladolid III. Asimismo, este ducto cuenta con dos ramales de interconexión, cada uno de 4” Ø que suministran un flujo de 1.5 MMSCFD a la **ERM** Clúster Mérida y 0.6 MMSCFD a la **ERM**

Pollos. Finalmente, el cuarto ducto, nombrado como **Loop 3,** será de 24" Ø con una longitud de 160+462 km y un flujo de 150.0 MMSCFD y presión de 84.36 kg/cm^2 que llegará a la **ERM CFE** Valladolid IV.

El proceso inicia en el punto de interconexión que está ubicado aproximadamente a 2 km de distancia del CPG Cactus sobre el gasoducto existente de 48" (Cactus-San Fernando). Este es el punto de transferencia de custodia entre **CENAGAS** y Energía Mayakan.

El gas proveniente del gasoducto "Cactus - San Fernando" llega al punto de interconexión 2 (por HOT TAPPING) a una tee envolvente de reducción de 48" x 36" DN, que se maneja en un rango de presión mínima de operación de 56 kg/cm^2 (796.51 psig), presión máxima de operación 70 kg/cm^2 (1001.6 psig) y presión de diseño de 84.4 kg/cm^2 (1200 psig). A partir de ahí, el gas natural fluye por la tubería enterrada de interconexión hacia la EM Cactus con una capacidad máxima de diseño de 511.58 MMSCFD.

La instalación de interconexión para recepción de gas natural consiste en el siguiente equipo:

- Tee envolvente de reducción de 48" x 36" para derivar en una línea de 36" desde el gasoducto existente de 48" (Cactus – San Fernando), la cual se instaló mediante el procedimiento de perforación en caliente (hot tapping).
- Una línea de derivación con una válvula de compuerta de 36" del hot tap HV-50000, la cual permanecerá totalmente abierta cuando se ponga en marcha la operación del sistema para poder recibir el flujo de gas.

Corriente abajo de la instalación de interconexión 2 se dispondrá de una interconexión para, eventualmente, instalar una línea lateral de 36" perteneciente al **CENAGAS**. Dicha línea consiste en una Tee soldable de 36" x 36" la cual tendrá una brida ciega y se conectará a futuro a un ducto de acero API 5L de 36".

El ducto de 36" estará paralelo al gasoducto existente de 48", partiendo desde la **EMR** Cactus existente de **CENAGAS** hasta la **EM** Cactus de Mayakan. Está línea paralela permite una mayor flexibilidad operativa en el Sistema de CENAGAS, asimismo garantiza una condición de presión segura en el sistema. Posteriormente, esta línea lateral se recibirá el volumen diario de gas natural proveniente del **CPG** Cactus.

El proceso del Sistema de Transporte de Energía Mayakan inicia a partir del punto de interconexión antes descrito, es aquí donde el gas natural fluye por la tubería enterrada de interconexión (36"-NG-50001- 6C1-N) hacia la entrada de la **EM** Cactus, en donde se instalaron las juntas aislantes monolítica IJ-50001 y IJ-50002 en el cambio de interface de la tubería enterrada/aérea. Esto permite aislar la corriente eléctrica de la protección catódica e impedir el paso a los equipos e instrumentos instalados en la estación aguas abajo de la junta monolítica. Finalmente, se tiene la válvula de aislamiento ESDV-51001 de 36" de diámetro.

Los otros dos puntos de suministro de gas natural del gasoducto de 30” Ø de **CPG** Nuevo Pemex y del gasoducto de 24” Ø **CPG** Ciudad Pemex se encuentran en preservación de suministro alterno al primario del gasoducto 48” Ø Cactus - San Fernando.

El Sistema de Supervisión de Control y Captura de Datos (**SCADA**), situado en el Cuarto de Control en la Estación de Compresión CS1, vigilará y controlará la operación entera del gasoducto. La filosofía de diseño del sistema de control es que las operaciones del gasoducto sean controladas remotamente desde el Cuarto de Control y proporcionar operaciones seguras y confiables. Se proporcionará un modelo dinámico del gasoducto, usando información del sistema **SCADA** en tiempo real. El modelo incluirá un módulo analizador de fuga transitoria que proporcionará detección de fugas, ubicación y predicción de tiempo de supervivencia. También se proporcionarán simulación fuera de línea y entrenamiento.

Modelo Dinámico del Gasoducto (*Software SynergiTM Pipeline Simulator; Transient flow simulation for both liquid and gas pipelines*). El componente en línea del sistema incluye una simulación matemática contínua de las operaciones reales del gasoducto, usando datos en línea aportados en tiempo real desde el sistema **SCADA**. Por su propia cuenta, se le considera como una herramienta de vigilancia del gasoducto para asistir a los operadores a manejarlo en forma segura y confiable. Filtra los datos en bruto de **SCADA** en cuanto a precisión, calcula valores para los puntos **SCADA** durante las ausencias de datos, calcula los valores de datos donde no existe **SCADA** y efectúa auto calibración que puede ayudar a detectar sensores en proceso de degeneración.

El modelo en línea puede recibir datos del sistema **SCADA** y exportar datos desde la simulación de funcionamiento de vuelta al sistema **SCADA** o a otras aplicaciones. Los datos generados por la simulación están disponibles para el sistema **SCADA** como datos de seudo-RTU; también se pasan las señales de alarma al subsistema procesador de alarmas de **SCADA**.

Detección/Ubicación de Fugas (Software SynergiTM Pipeline Simulator; Leakfinder). Se cuenta con un módulo analizador de fugas. Mientras que el modelo dinámico en línea analiza los datos disponibles en la base de datos de **SCADA** para reconstruir el comportamiento hidráulico del gas, el analizador de fugas investiga las tendencias en los estados reconstruidos para detectar la existencia y ubicación de anomalías hidráulicas (fugas) en el ducto. Si se detecta una fuga, se da una alarma que muestra la ubicación de la fuga, la hora a que empezó la fuga, el ritmo de la fuga y un nivel de confianza para la fuga.

El proceso inicia en el punto de interconexión donde se conecta la tubería de 36" Ø con el gasoducto existente de 48" Ø (Cactus-San Fernando) hasta la **EM** Cactus y de ahí se conecta a la tubería existente de 36" de diámetro en las instalaciones de interconexión cercanas al **CPG** Cactus para interconectarse en la **EM2** al sistema de tuberías de 30”, 24", 22” y 16”, así como los ramales existentes de Energía Mayakan.

La tubería de 36” tiene la capacidad de transportar gas natural a un caudal de 511.58 MMSCFD mediante un tubo de línea API-5LX70, mientras que la tubería de 30” tiene la capacidad de transportar gas natural a un caudal similar al deseado mediante un tubo de línea API-5LX65. Las tuberías están revestidas en su exterior con epoxi unido por fusión y esta última con recubrimiento interno.

El sistema de tuberías de Energía Mayakan funciona continuamente las 24 horas del día, los 365 días del año. Con una disponibilidad mínima del 99.91%. En este caso, el 0.09% restante se debe a que puede llegar a producirse una interrupción no planificada del sistema de tuberías como mucho 3 días en un periodo de 10 años.

Las **MLV** son válvulas de bola accionadas por gas o hidráulicamente, instaladas bajo tierra. El sistema **SCADA** monitorea de forma remota las posiciones de apertura/cierre (ZSO y ZSC) de las **MLV**. Cada **MLV** tiene un selector local/remoto. Cuando se selecciona "local", la **MLV** puede operarse manualmente con el interruptor de mano de apertura/cierre. Cuando se selecciona "remoto", la **MLV** puede operarse desde la **RTU** local. Las **MLV** pueden cerrarse automáticamente en caso de una detección de fuga por caída de presión en la línea en la tubería de gas. No obstante, no pueden ser controladas de forma remota por el sistema **SCADA**.

Las **MLV**-2-01 tiene un transmisor de presión aguas arriba y un transmisor de presión aguas abajo. Los **PIT** transmiten la presión al sistema de control **SCADA** para verificar el rendimiento de la tubería de gas. Cada **MLV** tiene un sistema de ventilación y desviación para el mantenimiento o la purga de la tubería. Cada ubicación de MLV se comunica con el sistema **SCADA** de Energía Mayakan a través de un satélite.

Las operaciones del lanzador y receptor de diablos son manuales y locales. El lanzador y receptor de diablos consiste en cilindros y cada uno tiene una línea de desvío, líneas de purga y de carga, y cierre de los extremos de apertura rápida.

El diablo es lanzado desde el cilindro principal o recibido en él, el cual tiene los siguientes componentes:

- Línea ecualizadora con válvula.
- Cierre articulado de los extremos de apertura rápida.
- Línea de equilibrio con manómetro diferencial.
- Manómetro.
- Línea de ventilación con válvula.
- Drenaje con válvula.

Los cierres de los extremos son del tipo con anillo abrazadera con puerta articulada. Hay una gran junta tórica de diámetro transversal ubicada en la periferia de los anillos de cierre, la cual proporciona un sellado positivo y protección contra daños de las herramientas, los diablos o la suciedad. Los cierres de tipo anillo abrazadera

traen una traba de advertencia de presión para alertar al operador sobre la existencia de presión interna antes de abrir el cierre. Un segundo mecanismo de cerrojo se asegura de que los anillos abrazadera queden trabados en la posición de cierre hasta que se haya verificado el dispositivo de advertencia de presión.

Los indicadores de paso del diablo están instalados en la tubería debajo del lanzador y arriba del receptor para detectar el paso de un diablo. Los indicadores de paso de diablo son bidireccionales. El indicador cuenta con un activador que se extiende dentro de la tubería a través de un accesorio forjado por soldadura que ha sido perforado. Cuando pasa un diablo, el activador se dispara y activa el indicador. Los indicadores de paso de diablos son impermeables y resistentes a la corrosión.

La tubería de gas tiene uniones aislantes monolíticas instaladas debajo del lanzador y arriba del receptor para aislar el sistema de protección catódica.

La tubería de gas tiene una brida de anclaje debajo del lanzador y otra brida de anclaje arriba del receptor. Estas bridas son los puntos de anclaje de la tubería y minimizan la tensión debida a la fluctuación de la temperatura.

A.1. EM Cactus.

A.1.1. Interconexión y entrada a la EM Cactus.

La alimentación al sistema de transporte inicia en el punto de interconexión donde se conecta la nueva tubería de 36" Ø con el gasoducto existente de 48" Ø (Cactus- San Fernando).

Posterior a la **ESDV**, se presenta una reducción de 36" x 24" y una derivación con válvula de corte en el extremo para posibles expansiones futuras. La línea cuenta también con una válvula de corte justo antes de que el gas sea alimentado a la etapa de filtración.

A.1.2. Etapa de filtración.

El gas recibido del gasoducto de 48" Ø cumple las características de la **NOM-001-SECRE-2010**, teniendo un punto de rocío <-2°C y una humedad < 110 mg/m^3, además de la composición establecida.

De cualquier manera, el gas es enviado a una etapa de filtración, la cual consta de dos filtros separadores coalescentes verticales, con conexiones bridadas de 16”, por lo que antes de cada filtro existe una reducción 24” x 16” Los filtros están identificados como 51-MVFGN001-A y 51-MV-FGN-001-B, funcionando uno en operación y otro de respaldo.

Cada filtro tiene una capacidad de diseño de 511.58 MMSCFD con una eficiencia del 99% para partículas sólidas de tamaño igual o mayor a 1 µm y una eficiencia del 99% para partículas liquidas de tamaño igual o mayor a 0.5 µm.

Cada filtro separador cuenta con la siguiente instrumentación:

- Indicador local de presión.
- Transmisor indicador de presión diferencial para el monitoreo de la caída de presión en los elementos separadores.
- Válvula de seguridad de alivio para protección de sobrepresión del recipiente con venteo seguro a la atmósfera.
- Orificio de restricción en la línea de salida de condensadores para reducir la presión de la corriente de salida
- Transmisor indicador de nivel para el control del nivel de condensador.
- Indicador local de nivel.

Una vez que se alcance el nivel al cual los filtros deban drenar, se abren las válvulas de salida correspondientes y los compuestos líquidos se depositan en el tanque de condensados identificado como 51-MT-CD-0001, el cual tiene una capacidad de 3 m^3.

A la descarga del gas filtrado, se encuentran las válvulas de corte para bloquear el flujo de gas en caso de que el filtro correspondiente no se esté utilizando y una expansión de 24” x 16” cuya línea da paso al sistema de análisis de gas.

A.1.3. Sistema de análisis de gas.

Posterior a la sección de filtración se encuentran derivaciones de la tubería de 24” Ø, las cuales se dirigen hacia el cuarto de analizadores, donde se llevan a cabo las siguientes pruebas:

- Análisis de humedad.
- Análisis de ácido sulfhídrico.
- Cromatografía del gas.
- Análisis de oxígeno.
- Análisis de azufre total.

Si se detectan altas concentraciones de ácido sulfhídrico (H_2S), el operador en turno recibe una alarma después de un determinado periodo y es él el encargado de decidir en conjunto con el operador de **CENAGAS** en turno si se debe detener el flujo de gas o no.

A.1.4. Sistema de medición y control de flujo.

El sistema de control de flujo y medición consta de dos trenes de 16", los cuales están configurados para que un tren opere y el otro se mantenga de respaldo en caso de falla o mantenimiento y así evitar suspender el suministro de gas natural al Sistema de Energía Mayakan.

Este sistema está diseñado en dos secciones, la primera para medir el flujo de gas con medidor ultrasónico (**USM**, por sus siglas en inglés) y la segunda para regular el flujo de gas utilizando válvulas de control de flujo **FCV**.

La caída de presión generada por las válvulas de control de flujo no excede el valor especificando en las bases de diseño, máximo de 1.05 kg/cm^2 (15 psi). En caso de falla por parte de la válvula de control de flujo, ésta conservará su última posición.

A la salida del sistema de medición y control, se encuentra una derivación de la línea principal, la cual tiene como objetivo permitir la unión de una sección adicional a futuro.

Después de la derivación antes mencionada, se colocó una junta aislante monolítica ya que el tramo de tubería posterior está bajo tierra.

A.1.5. Trampa de lanzamiento de diablo.

En el inicio del proyecto y cuando se requiera durante las operaciones de transporte de gas, el gasoducto de Ø36" de 14.359 km puede ser limpiado, calibrado e inspeccionado por corridas de diablo. Un sistema de trampa de lanzamiento de diablo es previsto en la **EM** Cactus para este propósito. En operación normal el gas está fluyendo mediante el *by-pass* y la línea principal.

Durante la operación de una corrida de diablo, el gas es redirigido a la trampa para empujar al diablo que ha sido previamente instalado.

Los siguientes pasos describen típicamente el proceso para el lanzamiento de la corrida de diablo:

- La trampa de lanzamiento de diablo es presurizada gracias a la presurización de la sección aguas arriba de la trampa.

- La válvula sobre la línea de pateo es entonces abierta, así como la válvula principal de corte de la trampa de lanzamiento.
- La válvula del *by-pass* es cerrada.
- El gas fluye mediante la línea de pateo, la trampa de diablo y la línea principal.
- Una vez que el diablo ha sido lanzado, la válvula del *by-pass* es abierta.
- La válvula principal de corte de la trampa, así como la válvula de la línea de pateo, son cerradas.
- Ahora, la trampa puede ser despresurizadas por medio de la línea de venteo.
- El gas está fluyendo en operación normal mediante el *by-pass* y la línea principal.

A.2. Estación de medición EM2.

A.2.1. Separadores de filtro en la EM2.

La **EM2** cuenta con dos separadores de filtro montados en el patín, 21- MV-FGN-0001-A/B, que consisten en dos filtros horizontales con una capacidad de 511.58 MMSCFD cada uno. Están ubicados arriba del patín de medidor. Existe la posibilidad de instalar un tercer separador de filtro. Un separador trabaja mientras que el otro está disponible como repuesto.

Los separadores de filtro tienen sumideros de líquidos con transmisores de nivel LIT-21001, LIT-21003, LIT-21002 y LIT-21004 para eliminar los líquidos automáticamente a través de las válvulas de control de nivel LV-21002A, LV- 21002C, LV-21002B y LV-21002D.

Los líquidos recuperados, incluidos los condensados, se envían al tanque subterráneo de almacenamiento de condensado 21-MT-CD-0001, que está en condiciones atmosféricas. Las líneas de drenaje del separador de filtro tienen una válvula de retención y una válvula de bola debajo de las válvulas automáticas de apertura/cierre LV- 21.002A/C y LV-21.002B/D, y hay un orificio de restricción RO-21006 antes del tanque de almacenamiento.

Los separadores de filtro cuentan con la instrumentación siguiente: transmisores indicadores de nivel LIT-21001, LIT- 21003, LIT-21002 y LIT-21004, indicadores de nivel con visor LG-21001, LG-21003, LG- 21002 y LG-21004, transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-21002 y PDIT-21003, indicadores de temperatura TI-21001 y TI- 21002, indicadores de presión PI-21001 y PI-21002, y válvulas de seguridad de presión PSV-21001 y PSV-21002.

Hay alarmas generadas por software para los niveles bajo-bajo, bajo, alto-1, alto-2 y alto-alto. Las válvulas de control de nivel se cierran con la alarma de nivel bajo y se abren con la alarma de nivel alto-1. Los puntos

establecidos para los niveles bajo y bajo-bajo son del 30 % y 10 %. El punto establecido para el nivel alto-alto es del 90 %. La alarma de nivel alto-2 será del 10 %, mayor que la alarma del nivel alto-1 y está establecida en un valor tal que el operador tendrá tiempo suficiente para llegar al lugar y realizarle el servicio al recipiente si alguna de las alarmas de control de nivel falla y se vuelca líquido en el tanque. Esto evitará que el sistema se apague como consecuencia de una falla en una válvula de control de nivel.

Hay alarmas generadas por software para los niveles de presión diferencial alto y alto-alto. Con la alarma de nivel alto, el operador debe confirmar la disponibilidad del filtro y de las juntas tóricas. El filtro deberá reemplazarse con la alarma de nivel alto-alto.

A.2.2. Sistema de gas de instrumentación en la EM2.

La estación utiliza el gas natural que se transporta a través de la estación como gas de instrumentación. En condiciones operativas normales, el gas de instrumentación se toma de la tubería de 30" de la estación, debajo de los separadores de filtro, para alimentar un poste de regulación de gas de instrumentación 21-RS- FGN-0001. Esta línea principal de gas de instrumentación tiene una válvula de bola de 2" (V-21091) que está trabada en la posición abierta durante el funcionamiento normal.

En condiciones de interrupción, cuando la estación está cerrada (ESDV- 21001 y HPV-21010 cerradas), el gas de instrumentación puede tomarse de la tubería de 30" de la estación arriba de ESDV-21001 para alimentar el poste de regulación 21-RS-FGN-0001. Esta línea de gas de instrumentación secundaria tiene una válvula de bola de 2" V-21048 que está trabada en la posición cerrada durante el funcionamiento normal.

Durante un cierre de emergencia (ESD, por sus siglas en inglés), la ESDV-21001 se cerrará automáticamente. Cuando se verifica la causa del ESD para eliminarla, el personal operativo debe cerrar V-21091 y luego abrir V-21048 para que el gas de instrumentación se suministre desde arriba de ESDV-21001. Después de que se abre ESDV-21001, el personal operativo debe abrir V-21091 y luego cerrar V-21048 para restablecer el suministro de gas de instrumentación principal.

El poste de regulación de gas de instrumentación 21-RS-FGN-0001 consiste en dos filtros/secadores, un calentador y dos trenes con válvulas de reducción de presión automáticas PCV-21001 y PCV-21002. La presión establecida de las PCV es de 8.43 kg/cm^2. Una PCV está en funcionamiento mientras que la otra es de repuesto. La PCV-21001 tiene un indicador de presión PI-21004 y la PCV-21002 tiene PI-21005. Hay una válvula de seguridad de presión PSV-21003 establecida a 10.54 kg/cm^2 debajo de las PCV para proteger los accionadores y los instrumentos.

Debajo del poste de regulación de gas de instrumentación hay un colector de 2" que suministra gas de instrumentación a las válvulas de control de nivel LV-21.002A/B/C/D y a las válvulas de cierre de salida del patín de medidor XV- 21008/21009.

A.2.3. Sistema de gas combustible en la EM2.

La estación utiliza el gas natural que se transporta a través de la estación hacia la unidad de generación de energía de emergencia como combustible.

En condiciones operativas normales el gas combustible se toma debajo del patín de medidor para luego alimentar un poste de regulación de gas combustible y suministrar a la unidad de generación de energía de emergencia. Esta línea principal de gas combustible tiene una válvula de 2" V-21144 que está trabada en la posición abierta en condiciones operativas normales.

En condiciones de interrupción, cuando la estación está cerrada (ESDV- 21001 y HPV-21010), el gas combustible puede tomarse de arriba de ESDV-21001. La línea de gas combustible secundaria tiene dos válvulas de 2", V-21048 y V-21049, que están trabadas en la posición cerrada durante el funcionamiento normal. La línea de gas combustible secundaria comparte V-21048 con la línea de gas de instrumentación secundaria.

Durante el funcionamiento normal, el gas combustible se suministra a la unidad de generación de energía de emergencia desde la línea primaria. Durante el ESD, ESDV-21001 se cerrará automáticamente. Cuando se verifica la causa del ESD para eliminarla, el personal operativo debe cerrar V-21144 y luego abrir V-21048 y V-21049 para que el gas combustible se tome desde arriba de ESDV-21001. Después de que se abre ESDV-21001, el personal operativo debe abrir V-21144 y luego cerrar V-21048 y V-21049 para restablecer el suministro de gas combustible principal.

El poste de regulación de gas combustible 21-RS-FGN-0002 consiste en los componentes siguientes: dos filtros/secadores paralelos, un calentador, dos válvulas de reducción de presión automáticas PCV- 21003A y PCV- 21003B establecidas a 21.1 kg/cm^2 para la primera reducción de presión, una válvula de seguridad de presión PSV- 21005 establecida a 26.4 kg/cm^2, una válvula de reducción de presión automática PCV-21004 establecida a 0.56 kg/cm^2 para la segunda reducción de presión y una válvula de seguridad de presión de descarga PSV-21004 con una presión establecida de 1 kg/cm^2. Los manómetros PI-21017 y PI-21018 monitorean la presión intermedia entre dos cortes de presión, y PI-21019 monitorea la presión de descarga.

A.2.4. Tanque de condensado en la EM2.

Los líquidos recolectados en los separadores de filtro se recuperan en un tanque horizontal de 518 galones 21-MT- CD-001. El tanque está diseñado de conformidad con ASME VIII Div. 1. La presión de diseño es de 100 psig, y el tanque funciona a presión atmosférica. El tanque está bajo tierra y cuenta con un arrestador de flamas como medida de seguridad. El orificio de restricción RO-21006 protege el tanque de la presión alta y la alarma de nivel bajo (generada por software sobre la base de LIT- 21001/LIT-21003/LIT-21002/LIT-21004) en el sumidero del separador de filtro alerta al personal operativo en caso de problemas.

El tanque cuenta con los instrumentos siguientes: indicador de presión PI-21003, indicador de nivel LI-21005 y transmisor de nivel LIT-21005. El sistema de control cuenta con una alarma de nivel alto (LAH) generada por software, establecida al 80 % para indicar que el tanque debe vaciarse manualmente.

A.2.5. Patín de medición en la EM2.

La **EM2** cuenta con un patín de medidor 21-MS-FGN-0001 diseñado con redundancia. El patín de medidor consiste en dos trenes de tubos de medición ultrasónicos, cada uno con una capacidad total de flujo de la estación del 100 %. Los trenes medidores están diseñados para un rango de caudal de 30 a 551.58 MMSCFD. Un tren está en funcionamiento mientras que el otro está en espera o en preparación para la calibración.

Cada tren de medición cuenta con una válvula de cierre en entrada (HV- 21006/21007) con cajas de engranajes e indicadores de posición, y en la salida, una válvula de retención y una válvula de cierre accionada (XV- 21008/21009) con indicadores de posición y solenoides. Las válvulas de cierre son del tipo de bola con extremos con brida de cara elevada, clase 600, e ignífugas según API 6F.

Cada tren de medición cuenta con un acondicionador de flujo de acero inoxidable arriba del fluxómetro para evitar las turbulencias, lograr un flujo laminar y mejorar la precisión en la medición.

Los fluxómetros FE/FIT-21.001A y FE/FIT-21.001B son de tipo ultrasónicos con extremos con brida de cara elevada, clase 600. Cada fluxómetro cuenta con cuatro trayectos paralelos transversales y ultrasónicos, y con transductores ultrasónicos extraíbles/reinstalables que pueden extraerse e instalarse bajo presión sin que el sistema deje de funcionar y sin volver a calibrar.

Debajo de los fluxómetros se encuentran los transmisores indicadores de presión PIT-21.003A/B, los transmisores indicadores de temperatura TIT-21.001A/B, los indicadores de presión local PI-21011/21012 y los indicadores de temperatura local TI- TI-21.003A/B.

Tanto el sistema **SCADA** de Energía Mayakan como el de **PEMEX** monitorean las siguientes señales de patines de medición: caudales FIT- 21.001A/FIT-21.001B, presión PIT-21.003A/PIT-21.003B y temperatura TIT-21.001A/TIT- 21.001B. El sistema SCADA de Energía Mayakan puede abrir o cerrar de forma remota las

válvulas de salida accionadas XV-21008/21009. Cada válvula de salida cuenta con un selector local/remoto. Cuando se selecciona "local", la válvula puede operarse manualmente con el interruptor de mano local de apertura/cierre. Cuando se selecciona "remoto", la válvula puede operarse de forma remota.

El patín de medición se calibra en condiciones estándar, tal como se define en NOM-001-SECRE-2010. El sistema de medición está certificado por una firma acreditada, autorizada por EMA y CRE para verificar el cumplimiento.

El patín de medición incluye sondas de muestreo debajo del colector del patín para conectarse con los analizadores de gas.

A.2.6. Sistema de análisis de gas en la EM2.

La **EM2** cuenta con una sala de análisis que aloja analizadores de ácido sulfhídrico (H_2S), azufre total (ST), humedad (H_2O), oxígeno (O_2), punto de rocío y de análisis cromatográfico del gas hasta C9+. Las muestras de gas se llevan a las sondas de muestreo del patín de medición y se envían a través de tubos a la sala de análisis. Cada analizador cuenta con su propio sistema de muestreo.

El cromatógrafo de gas AE/AIT-21004 tiene la capacidad de analizar la composición del gas (de C1 a C9+), el valor de calentamiento y la gravedad específica del caudal a través de columnas de almacenamiento y detectores de conductividad térmica de tipo termistor.

El analizador de humedad (H_2O) AE/AIT-21001 determina la cantidad de humedad en el gas directa y cuantitativamente sin interferencias debido a la presencia de H_2S, CO_2 o NH_3 en el flujo de gas, con precisión de punto de rocío de 1.1 °C (2 °F) y repetibilidad de 0.3 °C (0.5 °F) de 60 °C a - 65 °C. El sistema de control cuenta con una alarma de nivel alto-alto para AIT-21001 establecida a 110 mg/m^3 sobre la base de un promedio de tres meses.

El analizador dual AE-21002 de ácido sulfhídrico/azufre total (H_2S/ST) es de tipo alineado y continuo. El componente de análisis de H_2S (AIT- 21.002A) está basado en el principio de cinta de acetato de plomo, con un rango operativo de 0-2000 ppm y una repetibilidad de no más de ±2.5 % de la escala completa. El componente de análisis de azufre total AIT-21.002B está basado en el cambio de color de la cinta de acetato de plomo, libre de interferencias y sin desviaciones de cero, con un rango operativo de 0-2000 ppm y una repetibilidad de ±2 % de la escala completa. El sistema de control cuenta con una alarma de nivel alto-alto para AIT-21.002A establecida a 6 mg/m^3 sobre la base de un promedio de una hora, y una alarma de nivel alto para AIT-21.002B establecida a 150 mg/m^3 sobre la base de un promedio de tres meses.

El analizador de oxígeno (O_2) AE/AIT-21005 es de tipo alineado y continuo, y se basa en el voltaje desarrollado a lo largo de una celda electromecánica calentada debido a la presión parcial diferente del oxígeno en el gas

medido y en el aire de referencia con un rango operativo de 0-1 % y una precisión del 0.05 %. El sistema de control cuenta con una alarma de nivel alto para AIT-21005 establecida a 0.20 % sobre la base de un promedio de tres meses.

Se proporciona un segundo analizador de H_2S AE/AIT-21006 con los mismos parámetros de rendimiento y punto establecido de alarma que AE-21002/AIT-21002A. El sistema de control utilizará los niveles de H_2S de ambos analizadores para determinar las medidas correctivas posibles, ya sea con un operador o automáticamente.

A.2.7. Cómputo de flujo en la EM2.

El objetivo del cómputo de flujo en la **EM2** es facilitar la transferencia en custodia desde **PEMEX** CPG-DUCTOS hasta Energía Mayakan. Las RTU (ControlWave PAC y ControlWave Micro), ubicadas en la sala de mando tienen la capacidad de computar el flujo, integrar la medición local de flujo con los valores de calentamiento, y calcular las cantidades volumétricas reales y estándares, las cantidades en masa y el flujo de energía.

El sistema Control Wave PAC pertenece a Energía Mayakan. Recolecta la información del flujo continuamente y registra los datos del medidor ultrasónico activo (FE/FIT-21.001A o FE/FIT-21.001B), del transmisor de presión activo (PIT-21.003A o PIT-21.003B) y del transmisor de temperatura activo (TIT-21.001A o TIT-21.001B). Los valores obtenidos y almacenados no pueden modificarse. Calcula y almacena la totalidad de los datos del sistema de medición, aun cuando el equipo falla o hay interrupciones de energía. Control Wave PAC envía toda la información recibida a Control Wave Micro.

El control WM que pertenece a Pemex recibirá la información de cómputo de flujo del Control Wave PAC a través de protocolo de comunicación.

El sistema Control Wave PAC recibe señales de los analizadores, incluida la concentración de H_2O, O_2, H_2S y el azufre total, así como los resultados de análisis del cromatógrafo de gas, incluida la composición del gas (de C1 a C9+), el valor de calentamiento y la gravedad específica. Envía todas las señales del analizador recibidas al sistema ControlWave Micro.

El sistema ControlWave PAC envía datos del flujo, cómputos del flujo, señales de análisis de gas y señales de ESD al sistema **SCADA** de Energía Mayakan. El sistema ControlWave Micro envía todos los datos, cómputos y señales al sistema **SCADA** de **PEMEX**.

A.3. Estación de medición EM3.

A.3.1. Separadores de filtro en la EM3.

La **EM3** cuenta con dos separadores de filtro montados en el patín, 22- MV-FGN-0001-A/B, que consisten en dos filtros horizontales con una capacidad de 300 MMSCFD cada uno. Están ubicados arriba del patín de medidor. Un separador trabaja mientras que el otro está disponible como repuesto. Los separadores de filtro están diseñados de conformidad con ASME Sección VIII, Div. 1.

Los separadores de filtro tienen sumideros de líquidos con transmisores de nivel LIT-22001, LIT-22003, LIT-22002 y LIT-22004 para eliminar los líquidos automáticamente a través de las válvulas de control de nivel LV-22002A, LV- 22002C, LV-22002B y LV-22002D.

Los líquidos recuperados, incluidos los condensados, se envían al tanque subterráneo de almacenamiento de condensado 22-MT-CD-0001, que está en condiciones atmosféricas. Las líneas de drenaje del separador de filtro tienen una válvula de retención y una válvula de bola debajo de las válvulas automáticas de apertura/cierre LV- 22002A/C y LV-22002B/D, y hay un orificio de restricción RO-22012 antes del tanque de almacenamiento.

Los separadores de filtro cuentan con la instrumentación siguiente: Transmisores indicadores de nivel LIT-22001, LIT- 22003, LIT-22002 y LIT-22004, indicadores de nivel con visor LG-22001, LG-22003, LG- 22002 y LG-22004, transmisores indicadores de presión diferencial PDIT-22002 y PDIT-22003, indicadores de temperatura TI-22001 y TI- 22002, indicadores de presión PI-22001 y PI-22002, y válvulas de seguridad de presión PSV-22001 y PSV-22002.

Hay alarmas generadas por software para los niveles bajo-bajo, bajo, alto-1, alto-2 y alto-alto. Las válvulas de control de nivel se cierran con la alarma de nivel bajo y se abren con la alarma de nivel alto-1. Los puntos establecidos para los niveles bajo y bajo-bajo son del 30 % y 10 %. El punto establecido para el nivel alto-alto es del 90 %. La alarma de nivel alto-2 será del 10 %, mayor que la alarma del nivel alto-1 y estará establecida en un valor tal que el operador tendrá tiempo suficiente para llegar al lugar y realizarle el servicio al recipiente si alguna de las alarmas de control de nivel falla y se vuelca líquido en el tanque. Esto evitará que el sistema se apague como consecuencia de una falla en una válvula de control de nivel.

Hay alarmas generadas por software para los niveles de presión diferencial alto y alto-alto. Con la alarma de nivel alto, el operador debe confirmar la disponibilidad del filtro y de las juntas tóricas. Filter element shall be replaced at high- high alarm.

A.3.2. Sistema de gas de instrumentación en la EM3.

La estación utiliza el gas natural que se transporta a través de la estación como gas de instrumentación. En condiciones operativas normales, el gas de instrumentación se toma de la tubería de 30" de la estación, debajo de los separadores de filtro, para alimentar un poste de regulación de gas de instrumentación 22-RS- FGN-0002. Esta línea principal de gas de instrumentación tiene una válvula de bola de 2" (V-22091) que esta trabaja en la posición abierta durante el funcionamiento normal.

En condiciones de interrupción, cuando la estación está cerrada (ESDV- 22001 y HPV-22010 cerradas), el gas de instrumentación puede tomarse de la tubería de 30" de la estación arriba de ESDV-22001 para alimentar el poste de regulación. Esta línea de gas de instrumentación secundaria tiene una válvula de bola de 2" V-22048 que esta trabaja en la posición cerrada en condiciones operativas normales.

Durante el ESD, ESDV-22001 se cerrará automáticamente. Cuando se verifica la causa del ESD para eliminarla, el personal operativo debe cerrar V-22091 y luego abrir V-22048 para que el gas de instrumentación se suministre desde arriba de ESDV-22001. Después de que se abre ESDV-22001, el personal operativo debe abrir V-22091 y luego cerrar V- 22048 para restablecer el suministro de gas de instrumentación principal.

El poste de regulación de gas de instrumentación 22-RS-FGN-0002 consiste en dos filtros/secadores, un calentador y dos trenes con válvulas de reducción de presión automáticas PCV-22001 y PCV-22002. La presión establecida de las PCV es de 8.43 kg/cm^2. Una PCV está en funcionamiento mientras que la otra es de repuesto. La PCV-22001 tiene un indicador de presión PI-22004 y la PCV-22002 tiene PI-22005. Hay una válvula de seguridad de presión PSV-22003 establecida a 10.54 kg/cm^2 debajo de las PCV para proteger los accionadores y los instrumentos.

Debajo del poste de regulación de gas de instrumentación hay un colector de 2" que suministra gas de instrumentación a las válvulas de control de nivel LV-22002A/B/C/D y a las válvulas de cierre de salida del patín de medidor XV- 22008/22009.

A.3.3. Sistema de gas combustible en la EM3.

La estación utiliza el gas natural que se transporta a través de la estación hacia la unidad de generación de energía de emergencia como combustible.

El gas combustible se toma de debajo de los patines del separador de filtro y de arriba del poste de regulación de gas de instrumentación para luego alimentar un paquete de regulación de gas combustible antes de suministrar a la unidad de generación de energía de emergencia.

El paquete de regulación de gas combustible 22-RS-FGN-0003 consiste en los componentes siguientes: dos filtros/secadores paralelos, un calentador, dos válvulas de reducción de presión automáticas PCV- 22003 y

PCV-22004 establecidas a 10.5 kg/cm^2 y una válvula de seguridad de presión PSV-22004 establecida a 12.0 kg/cm^2. Los manómetros PI-22017 y PI-22018 monitorean la presión de debajo de las PCV.

A.3.4. Tanque de condensados en la EM3.

Los líquidos recolectados en los separadores de filtro se recuperan en un tanque horizontal de 518 galones 22-MT- CD-0001. El tanque está diseñado de conformidad con ASME VIII Div. 1. La presión de diseño es de 100 psig, y el tanque funciona a presión atmosférica. El tanque está bajo tierra y cuenta con un arrestador de flamas como medida de seguridad. El orificio de restricción RO-22012 protege el tanque de la presión alta y la alarma de nivel bajo (generada por software sobre la base de LIT- 22001/LIT-22003/LIT-22002/LIT-22004) en el sumidero del separador de filtro alerta al personal operativo en caso de problemas.

El tanque cuenta con los instrumentos siguientes: indicador de presión PI-22010, indicador de nivel LI-22005 y transmisor de nivel LIT-22005. El sistema de control cuenta con una alarma de nivel alto (LAH) generada por software, establecida al 80 % para indicar que el tanque debe vaciarse manualmente.

A.3.5. Patín de medición en la EM3.

La EM3 cuenta con un patín de medidor 22-MS-FGN-0001 diseñado con redundancia. El patín de medidor consiste en dos trenes de tubos de medición ultrasónicos, cada uno con una capacidad total de flujo de la estación del 100 %. Los trenes medidores están diseñados para un rango de caudal de 30 a 511.58 MMSCFD. Un tren está en funcionamiento mientras que el otro está en espera o en preparación para la calibración.

Cada tren de medición cuenta con una válvula de cierre en entrada (HV- 22006/21007) con cajas de engranajes e indicadores de posición, y en la salida, una válvula de retención y una válvula de cierre accionada (XV- 22008/22009) con indicadores de posición y solenoides. Las válvulas de cierre son del tipo de bola con extremos con brida de cara elevada, clase 600, e ignífugas según API 6F.

Cada tren de medición cuenta con un acondicionador de flujo de acero inoxidable arriba del fluxómetro para evitar las turbulencias, lograr un flujo laminar y mejorar la precisión en la medición.

Los fluxómetros FE/FIT-22001A y FE/FIT-22001B son de tipo ultrasónicos con extremos con brida de cara elevada, clase 600. Cada fluxómetro cuenta con cuatro trayectos paralelos transversales y ultrasónicos, y con transductores ultrasónicos extraíbles/reinstalables que pueden extraerse e instalarse bajo presión sin que el sistema deje de funcionar y sin volver a calibrar.

Debajo de los fluxómetros se encuentran los transmisores indicadores de presión PIT-22002A/B, los transmisores indicadores de temperatura TIT-22001A/B, los indicadores de presión local PI-22006/22007 y los indicadores de temperatura local TI- TI-22003A/B.

Tanto el sistema SCADA de Energía Mayakan como el de PEMEX monitorean las siguientes señales de patines de medición: caudales FIT- 22001A/FIT-22001B, presión PIT-22002A/PIT-22002B y temperatura TIT-22001A/TIT- 22001B. El sistema SCADA de Energía Mayakan puede abrir o cerrar de forma remota las válvulas de salida accionadas XV-22008/22009. Cada válvula de salida cuenta con un selector local/remoto. Cuando se selecciona "local", la válvula puede operarse manualmente con el interruptor de mano local de apertura/cierre. Cuando se selecciona "remoto", la válvula puede operarse de forma remota.

El patín de medición se calibra en condiciones estándar, tal como se define en NOM-001-SECRE-2010. El sistema de medición está certificado por una firma acreditada, autorizada por EMA y CRE para verificar el cumplimiento.

El patín de medición incluye sondas de muestreo debajo del colector del patín para conectarse con los analizadores de gas.

A.3.6. Sistema de análisis de gas en la EM3.

La EM3 cuenta con una sala de análisis que aloja analizadores de ácido sulfhídrico (H_2S), azufre total (ST), humedad (H_2O), oxígeno (O_2), punto de rocío y de análisis cromatográfico del gas hasta C9+. Las muestras de gas se llevan a las sondas de muestreo del patín de medidor y se envían a través de tubos a la sala de análisis. Cada analizador cuenta con su propio sistema de muestreo.

El cromatógrafo de gas AE/AIT-22004 tiene la capacidad de analizar la composición del gas (de C1 a C9+), el valor de calentamiento y la gravedad específica del caudal a través de columnas de almacenamiento y detectores de conductividad térmica de tipo termistor.

El analizador de humedad (H_2O) AE/AIT-22001 determina la cantidad de humedad en el gas directa y cuantitativamente sin interferencias debido a la presencia de H_2S, CO_2 o NH_3 en el flujo de gas, con precisión de punto de rocío de 1.1 °C (2 °F) y repetibilidad de 0.3 °C (0.5 °F) de 60 °C a - 65 °C. El sistema de control cuenta con una alarma de nivel alto-alto para AIT-22001 establecida a 110 mg/m^3 sobre la base de un promedio de tres meses.

El analizador dual AE-22002 de ácido sulfhídrico/azufre total (H_2S/ST) es de tipo alineado y continuo. El componente de análisis de H_2S (AIT- 22002A) está basado en el principio de cinta de acetato de plomo, con un rango operativo de 0-2000 ppm y una repetibilidad de no más de ±2.5 % de la escala completa. El componente de análisis de azufre total AIT- 22002B está basado en el cambio de color de la cinta de acetato

de plomo, libre de interferencias y sin desviaciones de cero, con un rango operativo de 0-2000 ppm y una repetibilidad de ±2 % de la escala completa. El sistema de control cuenta con una alarma de nivel alto-alto para AIT-22002A establecida a 6 mg/m^3 sobre la base de un promedio de una hora, y una alarma de nivel alto para AIT-22002B establecida a 150 mg/m^3 sobre la base de un promedio de tres meses.

El analizador de oxígeno (O_2) AE/AIT-22005 es de tipo alineado y continuo, y se basa en el voltaje desarrollado a lo largo de una celda electromecánica calentada debido a la presión parcial diferente del oxígeno en el gas medido y en el aire de referencia con un rango operativo de 0-1 % y una precisión del 0.05 %. El sistema de control cuenta con una alarma de nivel alto para AIT-22005 establecida a 0.20 % sobre la base de un promedio de tres meses.

A.3.7. Cómputo de flujo en la EM3.

El objetivo del cómputo de flujo en la EM3 es facilitar la transferencia en custodia desde Energía Mayakan hasta CFE. Las RTU (ControlWave PAC y ControlWave Micro), ubicadas en la sala de mando tienen la capacidad de computar el flujo, integrar la medición local de flujo con los valores de calentamiento, y calcular las cantidades volumétricas reales y estándares, las cantidades en masa y el flujo de energía.

El sistema ControlWave PAC pertenece a Energía Mayakan. Recolecta la información del flujo continuamente y registra los datos del medidor ultrasónico activo (FE/FIT-22001A o FE/FIT-22001B), del transmisor de presión activo (PIT-22002A o PIT-22002B) y del transmisor de temperatura activo (TIT-22001A o TIT-22001B). Los valores obtenidos y almacenados no pueden modificarse. Calcula y almacena la totalidad de los datos del sistema de medición, aun cuando el equipo falla o hay interrupciones de energía. El sistema ControlWave PAC envía toda la información recibida a ControlWave Micro.

El sistema ControlWave Micro pertenece a PEMEX. Realiza cómputos de flujo independientemente, de manera similar a ControlWave PAC.

El sistema ControlWave PAC recibe señales de los analizadores, incluida la concentración de H_2O, O_2, H_2S y el azufre total, así como los resultados de análisis del cromatógrafo de gas, incluida la composición del gas (de C1 a C9+), el valor de calentamiento y la gravedad específica.

El sistema ControlWave PAC envía datos del flujo, cómputos del flujo, señales de análisis de gas y señales de ESD al sistema SCADA de Energía Mayakan. El sistema ControlWave Micro envía todos los datos, cómputos y señales al sistema SCADA de PEMEX.

A.3.8. Patín de regulación en la EM3.

Debajo del patín de medidor se encuentra el patín regulador de presión 22-RS-FGN-0001. El objetivo de este patín es reducir la presión de descarga de la EM3 para que coincida con la presión de succión de la CS1.

El sistema de regulación de presión es redundante y consiste en dos trenes paralelos de válvulas de regulación de presión PV-22001 y PV- 22002. Cada válvula de regulación de presión tiene la capacidad del 100 % de la capacidad de flujo total de la estación. Cuando una válvula está en funcionamiento, la otra está disponible como repuesto. Las válvulas de regulación de presión son de falla de apertura.

La presión de descarga del patín de regulación de presión es monitoreada a través de un transmisor indicador de presión PIT-22003. El sistema de control compara PIT-22003 con la presión de tubería existente de la CS1 medida por el PIT-22004 y ajusta las válvulas de control de presión para asegurarse de que la presión de descarga de la estación EM3 en PIT-22003 sea 0-20 psi superior que la presión de tubería de la CS1 en PIT-22004.

El patín de regulación de presión incluye un poste de regulación de gas de instrumentación que proporciona gas de instrumentación a las válvulas de regulación de presión a una presión más baja. El poste de regulación de gas de instrumentación toma gas de arriba del patín de regulación de presión y lo reduce a 8.43 kg/cm^2 mediante dos válvulas de control de presión paralelas PCV-22005 y PCV-22006. Cada PCV tiene la capacidad de tomar el 100 % del flujo y cuando una está en funcionamiento, la otra está disponible como repuesto. Una válvula de seguridad de presión PSV- 22005 debajo de las PCV proporciona protección contra la sobrepresión a la tubería de alimentación de gas de instrumentación y a las PV.

A.4. Control de presión y control de flujo en el punto de recepción.

El funcionamiento del sistema de tuberías se optimiza operando la tubería lo más cerca posible de su presión de funcionamiento máxima permitida. El funcionamiento a la presión máxima tiene las siguientes ventajas:

- Las pérdidas por fricción de tuberías se minimizarán cuando el gas se comprima en el volumen más pequeño.
- El paquete de línea se puede utilizar para satisfacer la demanda máxima a corto plazo, que puede superar la capacidad de los compresores.

Los Turbo compresores de la estación de compresión (CS1) que opera en la filosofía de 2+1 funcionan en modo de control de flujo principalmente, con una protección de presión de descarga ajustada a la MAOP. La lógica de control del compresor modula automáticamente las velocidades de los compresores individuales para mantener el caudal establecido. En las reducciones bajas, se detendrán los compresores individuales. El punto de ajuste del controlador será ajustable desde el Centro de Control Central. El reinicio de las unidades,

en respuesta a la creciente demanda, se realizará bajo control manual remoto, a menos que la unidad esté bloqueada. La estación de compresión CS2 opera con la misma filosofía de CS1, pero en configuración 1+1.

A.5. Estación de entrega Campeche.

En la estación de entrega de Campeche, la presión del gas se reduce de la presión del gasoducto a presiones de entrega especificadas de 26 kg/cm^2. El gas de baja presión se mide inmediatamente antes de la transferencia de custodia.

El gas se entrega a la unidad del punto de entrega de la planta de CCC Campeche a través de un gasoducto lateral de 1.039 km de largo desde el gasoducto principal a presiones de hasta 70 Kg/cm^2 y una temperatura de aproximadamente 20°C. En la estación de entrega de Campeche se instaló un filtro/separador, dimensionado para el caudal diario máximo de 1.3 Mm^3, completo con una disposición de derivación.

El filtro/separador está equipado con elementos de filtro que eliminan el 99,9% de todas las partículas líquidas y sólidas de más de 5 micras de tamaño. Una línea de derivación, completa con válvulas de bloque, permite que los puntos de entrega permanezcan en línea durante esos períodos en los que se está prestando servicio a la unidad de filtros separadores. La unidad de filtro/separador se completa con un sistema de alivio de presión e interruptores de alarma líquida de alto nivel.

A continuación, el gas se calienta en uno de dos calentadores de 50 por ciento de capacidad, indirectos, operados por gas, instalados en paralelo, cada uno con una salida de 911 kW, completo con líneas de derivación y válvulas de bloque. Las dos unidades calentadoras, con controles, están montadas en patines.

Un calentador normalmente funciona mientras que una unidad estará en servicio de espera. Estas unidades se instalaron en paralelo. La unidad de funcionamiento produce el 100 por ciento de las cargas de calefacción proyectadas causadas por la regulación de presión al caudal final. El gas se calienta a una temperatura de al menos 11 °C por encima del punto de formación de hidratos, y no menos de +10 °C aguas abajo de las válvulas de control. Las unidades están diseñadas y construidas para satisfacer los requisitos de API 12K.

La medición de los volúmenes de gas de Campeche se basa en medidores de turbina de 8” instalados en dos trenes de medición en paralelos. Un tren funciona normalmente, mientras que el segundo está en espera.

El cálculo de medición se realiza con una precisión de más o menos 0.001 por ciento. La precisión y resolución de los datos necesarios para la visualización, transferencia y grabación es igual a +0.5 por ciento del dígito menos significativo. Los resultados calculados del volumen y los caudales de volumen estándar tienen una incertidumbre de ±1.0 por ciento con un nivel de confianza del 95 por ciento en todo el rango.

Una unidad de cromatógrafo de gases proporciona parámetros de calidad de gas en tiempo real y se encuentra lo más cerca posible de los recorridos de medición y aguas abajo del depurador. Con el fin de garantizar la

consistencia, todos los gases de calibración se adquieren al mismo tiempo, preferiblemente en la estación más cálida. Esto garantiza la consistencia y la repetibilidad entre las unidades cromatografías individuales.

La unidad de cromatógrafo de gases tiene una precisión de ±1 por ciento para los componentes de carbono de C1 y C2 y ±2 por ciento para C_3 y superior. La precisión del valor de calor obtenido es mejor que +0.2 por ciento. El cromatógrafo es capaz de determinar el porcentaje de componentes de hasta C_6. Si la concentración de C6- supera el lunar 0.1, el cromatógrafo analizará hasta el grupo C_{9+}. El cromatógrafo debe comprobarse periódicamente con una muestra de laboratorio de gas de ensayo.

La comunicación entre los cromatógrafos y su RTU se realiza a través de una conexión en serie. Dado que las RTU realizan cálculos en tiempo real, los datos contenidos en cualquier RTU se consideran datos de transferencia de custodia. Por lo tanto, el sistema SCADA adquirirá y archivará todos los datos relevantes.

Si se pierde la comunicación entre cualquier RTU y el sistema SCADA, se prevé la recuperación de los datos de la RTU, ya sea manual o automáticamente, y cargados en el sistema SCADA. Esto garantiza que no haya pérdida de datos debido a la aparición de un evento de este tipo.

Al final de cada día de contrato, el sistema SCADA transfiere automáticamente el archivo diario de cada RTU. Estos datos incluyen las presiones y temperaturas ponderadas por flujo diario.

A.5.1. Tuberías.

La tubería de la estación consta de:

- Tubería suministrada por ENFAB instalada en 5 patines, los accesorios se fabricaron para cumplir con los requisitos de MSS SP75, especificación para accesorios de soldadura a tope forjados de alta prueba, y / o ANSI B16.9, Accesorios de fábrica de acero forjado para soldadura a tope.
- Bechtel suministró tubería para interconectar los 5 patines ENFAB. La estación y la tubería de los patines están diseñadas de acuerdo con la Especificación 23634-000-3PS-DRPG-F01, Especificación técnica para material de tubería.

A.5.2. Válvulas y actuadores.

Todas las válvulas están diseñadas de acuerdo con la Especificación 23634-000-3PS-DRPG-F01 "Especificación técnica para material de tuberías". Todas las válvulas se instalan superficialmente y están pintadas de acuerdo con los procedimientos de pintura y recubrimiento estándar del proveedor aceptados.

A.5.3. Patín de filtración.

En el patín se instaló un filtro separador vertical con 12 elementos. El filtro separador tiene un tamaño de 54000 SCMH y una presión de entrada de 8619 kPag. El tamaño del separador de filtros es de 506 mm x 2541 mm.

A.5.4. Sistema de medición de gas combustible.

Una línea de 2 pulgadas del patín de Regulación para Campeche suministra gas de combustible a dos patines de calentadores a gas 003-JF-JF-002B &, C & D y un generador de emergencia skid 003-MG-EN-0003. Este es un suministro regulado aguas abajo para respaldar a los reguladores de presión Fisher 627. Un medidor de flujo con bridas de 2" mide el flujo volumétrico a los consumidores. El medidor está conectado a la RTU de la computadora de flujo de Bristol para la supervisión remota a través de telecomunicaciones y satélite a la terminal SCADA en la sala de control principal de Mérida.

A.5.5. Patín de calentadores.

Los calentadores están diseñados para elevar la temperatura del gas a medir hasta el punto de que la temperatura de salida del calentador es adecuada para proporcionar una temperatura final del gas (después de la reducción de presión) para estar al menos 11°C por encima de la temperatura de formación de hidrato de gas.

Los calentadores están montados en monturas de acero con placas base. Los calentadores están diseñados según API-12K a presión atmosférica y MDMT de 200 °F. El proyectil incluye tubo de fuego extraíble y bobinas. Las bobinas están clasificadas XSTG para la presión de diseño del proceso a 200 °F por ANSI B31.3 con rayos X 100%. La cáscara del calentador está arenada y pintada con imprimación y un sistema de pintura de dos capas. Los calentadores están aislados con aislamiento y cubiertos con revestimiento de aluminio y bandas S/S.

A.5.6. Gas para instrumentos.

Integrado por los siguientes accesorios:

- Un regulador de presión de entrada (1/2" PCV-03011 set @ 1035 kPag).
- Una válvula de retención de entrada de 1/2".
- Una válvula de drenaje de 1/2".
- Válvula de alivio de presión (3/4"x3/4" PSV-03502 set @ 1767 kPag).

- Varias válvulas de 1/2" para gas de potencia.

A.5.7. Sistema de regulación.

La estación Campeche recibe gas del gasoducto a presión de 6864 kPag y utiliza dos reguladores de contrapresión PCV-03002A y PCV-03002B en serie, controla la presión del gas a 2579 kPag. Un segundo conjunto de reguladores en paralelo, PCV-03002C y PCV-03002D, funciona de la misma manera, excepto que se establecen a menor presión que los reguladores A & B. Normalmente, PCV-03002A y PCV-03002B estarán en servicio. PCV-03002C y 03002D permanecerán cerrados, ya que se establecerán a menor presión establecida que el PCV-03002A y B. En caso de fallo PCV-03002A y PCV-03002B, PCV-03002C y PCV-03002D tomarán el control y regularán la presión en 2452 kPag.

A.5.8. Control de presión en los puntos de entrega.

Todos los puntos de entrega están equipados con estaciones de control de presión para suministrar gas a presiones preestablecidas a CFE. La presión y el flujo se supervisarán de forma remota en el Cuarto de Control Centro Central de Control. Las operaciones de apagado y ventilación de emergencia pueden controlarse de forma remota desde la Sala de Cuarto de Control.

A.6. Estaciones de entrega Mérida II, III y IV.

En las estaciones de entrega de Mérida ll, lll y IV, las presiones del gas se reducen de la presión del gasoducto a presiones de entrega especificadas. El gas de baja presión se mide inmediatamente antes de la transferencia de custodia.

El gas para las plantas de Mérida ll y Mérida III se reciben a través de un gasoducto lateral de 3,5 km de largo y 10” de diámetro desde el gasoducto principal a presiones de hasta 60 kg/cm^2 (5272 kPag) y una temperatura de aproximadamente 20°C. Mientras que la ERM IV recibe directamente del gasoducto de 16” denominado Loop 4.

En la planta Mérida III se ubica la ERM Mérida II de la cual sale un ducto en 12” Ø hacia la planta Mérida II.

En la estación de entrega de Mérida se instaló un filtro/separador primario, dimensionado para el caudal diario máximo de 2.66 Mm^3, completo con una disposición de derivación.

El filtro/separador primario está equipado con elementos de filtro que elimina el 99,9% de todas las partículas líquidas y sólidas de más de 5 micras de tamaño. Una línea de derivación, completa con válvulas de bloque, permite que los puntos de entrega permanezcan en línea durante esos períodos en los que se está prestando

servicio a la unidad de filtros separadores. La unidad de filtro/separador se completa con un sistema de alivio de presión e interruptores de alarma líquida de alto y bajo nivel.

A continuación, el gas se calienta en dos de tres calentadores de 50 por ciento de capacidad, indirectos, operados por gas, instalados en paralelo, cada uno con una salida de 1256 kW, completo con líneas de derivación y válvulas de bloque. Las dos unidades calentadoras, con controles, están montadas en patines.

Uno o dos calentadores normalmente funcionarán, mientras que una unidad estará en servicio de espera. Estas unidades se instalaron en paralelo. La(s) unidad(s) de funcionamiento produce el 100 por ciento de las cargas de calefacción proyectadas causadas por la regulación de presión al caudal final. El gas se calienta a una temperatura de al menos 11°C por encima del punto de formación de hidratos, y no menos de +10 °C aguas abajo de las válvulas de control. Las unidades están diseñadas y construidas para satisfacer los requisitos de API 12K.

La medición de los volúmenes de gas de Mérida II se basa en medidores de turbina de 8” instalados en cuatro trenes de medición en paralelos. Tres trenes funcionan normalmente, mientras que el cuarto está en espera.

La medición de los volúmenes de gas de Mérida III se basa en medidores de turbina de 8” instalados en tres trenes de medición en paralelos. Dos trenes funcionan normalmente, mientras que el tercero está en espera.

El cálculo de medición se realiza con una precisión de más o menos 0.001 por ciento. La precisión y resolución de los datos necesarios para la visualización, transferencia y grabación es igual a +0.5 por ciento del dígito menos significativo. Los resultados calculados del volumen y los caudales de volumen estándar tienen una incertidumbre de ±1.0 por ciento con un nivel de confianza del 95 por ciento en todo el rango.

Una unidad de cromatógrafo de gases proporciona parámetros de calidad de gas en tiempo real y se encuentra lo más cerca posible de los recorridos de medición y aguas abajo del depurador. Con el fin de garantizar la consistencia, todos los gases de calibración se adquieren al mismo tiempo, preferiblemente en la estación más cálida. Esto garantiza la consistencia y la repetibilidad entre las unidades cromatografías individuales.

La unidad de cromatógrafo de gases tiene una precisión de ±1 por ciento para los componentes de carbono de C1 y C2 y ±2 por ciento para C3 y superior. La precisión del valor de calor obtenido es mejor que +0.2 por ciento. El cromatógrafo es capaz de determinar el porcentaje de componentes de hasta C6. Si la concentración de C6- supera el lunar 0.1, el cromatógrafo analizará hasta el grupo C9+. El cromatógrafo debe comprobarse periódicamente con una muestra de laboratorio de gas de ensayo.

La comunicación entre los cromatógrafos y su RTU se realiza a través de una conexión en serie. Dado que las RTU realizan cálculos en tiempo real, los datos contenidos en cualquier RTU se consideran datos de transferencia de custodia. Por lo tanto, el sistema SCADA adquirirá y archivará todos los datos relevantes.

Si se pierde la comunicación entre cualquier RTU y el sistema SCADA, se prevé la recuperación de los datos de la RTU, ya sea manual o automáticamente, y cargados en el sistema SCADA. Esto garantiza que no haya pérdida de datos debido a la aparición de un evento de este tipo.

Al final de cada día de contrato, el sistema SCADA transfiere automáticamente el archivo diario de cada RTU. Estos datos incluyen las presiones y temperaturas ponderadas por flujo diario.

A.6.1. Tuberías.

La tubería de la estación consta de:

- Tubería suministrada por ENFAB instalada en 7 patines, los accesorios se fabricaron para cumplir con los requisitos de MSS SP75, Especificación para accesorios de soldadura a tope forjados de alta prueba, y / o ANSI B16.9, Accesorios de fábrica de acero forjado para soldadura a tope.
- Bechtel suministró tubería para interconectar los 7 patines ENFAB, y la tubería de 2 ramales de entrega a Mérida II y Mérida III. La estación y la tubería de los patines están diseñadas de acuerdo con la especificación 23634-000-3PS-DRPG-F01, Especificación técnica para material de tubería. Esta especificación puede ser consultada en anexo 06 soporte de información para ductos y anexo 07 soporte de información para instalaciones superficiales.

A.6.2. Válvulas y actuadores.

Una válvula de bola Cameron de 12" (HPV-06002) es instalada superficialmente en la línea de entrega a la planta Mérida II. La válvula tiene un actuador hidroneumático Bettis equipado con características de cierre de baja presión. Se proporcionan válvulas diversas de tipo bola y globo de 1" a 3/4" para venteo, conexiones de instrumentos y líneas de gas combustible. La válvula Cameron de 12" con actuador Bettis está diseñada de acuerdo con la Especificación 23634-000-3PS-JV09-F01, Especificación Técnica, Válvulas En Línea. Las válvulas diversas están diseñadas de acuerdo con la Especificación 23634-000-3PS-DRPG-F01, Especificación Técnica para Material de Tuberías. Dado que todas las válvulas se instalaron superficialmente, están pintadas de acuerdo con los procedimientos de pintura y recubrimiento estándar del proveedor aceptados.

A.6.3. Sistema de filtración.

En la entrada de la estación Mérida se cuenta con un filtro separador vertical primario (006-MV-FGN-J0012) con 31 elementos. El filtro separador tiene una capacidad de 150,000 SCMH y una presión de entrada de 50

Kg/cm2 (4903.3 kPag). Las Estaciones de Mérida II y Mérida III tiene instalado un filtro separador secundario vertical (006-MV-FGN- J0013) con 42 elementos. El filtro separador tiene una capacidad de 150,000 SCMH y una presión de entrada de 26 Kg/cm2 (2549 kPag).

A.6.4. Sistema de medición de gas combustible.

Una línea de 2 pulgadas de la estación de filtros separadores para Mérida III suministra gas de combustible a tres patines calentadores a gas 006-JF-JF-003B, C & D y un generador de emergencia skid 006-MG-EN-0003. Este es un suministro de Gas con Presión Regulada ubicado aguas abajo del Sistema de Regulación. Un medidor de flujo tipo Rotativo con bridas de 2" para medir el flujo volumétrico de los Calentadores y Generador de Emergencia. El medidor tipo Rotativo está conectado a la RTU del computador de flujo para la supervisión remota a través de telecomunicaciones y satélite a la terminal SCADA en la sala de control principal Ubicada en Mérida, Yucatán.

A.6.5. Patín de calentadores.

Los calentadores están diseñados para elevar la temperatura del gas a medir hasta el punto de que la temperatura de salida del calentador es adecuada para proporcionar una temperatura final del gas (después de la reducción de presión) para estar al menos 11°C por encima de la temperatura de formación de hidrato de gas.

Los calentadores están instalados en patines de acero con placas base. Los calentadores están diseñados según API- 12K a presión atmosférica y MDMT de 200 °F. La tubería interna del calentador incluye tubo de fuego extraíble y serpentín o bobinas. Las bobinas están clasificadas XSTG para la presión de diseño del proceso a 200 °F por ANSI B31.3 con rayos X 100%. La carcaza del calentador fue limpiada a metal blanco y pintada con imprimación y un sistema de pintura de dos capas. Los calentadores están aislados con aislamiento y cubiertos con revestimiento de aluminio y bandas S/S Los calentadores están instalados en patines de acero con placas base. Los calentadores están diseñados según API-12K a presión atmosférica y MDMT de 200 °F. La tubería interna del calentador incluye tubo de fuego extraíble y serpentín o bobinas. Las bobinas están clasificadas XSTG para la presión de diseño del proceso a 200 °F por ANSI B31.3 con rayos X 100%. La carcaza del calentador fue limpiada a metal blanco y con recubrimiento primario y un sistema de recubrimiento de 2 capas. Los calentadores están aislados y cubiertos con revestimiento de aluminio y bandas S/S.

A.6.6. Gas para instrumentos.

Integrado por los siguientes accesorios:

- Un regulador de presión de entrada (1/2" PCV-06003 set @ 1035 kPag).
- Una válvula de retención de entrada de 1/2".
- Una válvula de drenaje de 1/2".

A.6.7. Sistema de regulación.

La estación Mérida III recibe gas del gasoducto a presión de 52.8 Kg/cm^2 (5186 kPag) y utiliza dos reguladores de contrapresión PCV-06002A y PCV-06002B en serie, controla la presión del gas a 2579 kPag. Un segundo conjunto de reguladores en paralelo, PCV-06002C y PCV-06002D, funciona de la misma manera, excepto que se establecen a menor presión que los reguladores A & B. Normalmente, PCV-06002A y PCV-06002B estarán en servicio. PCV- 06002C y 06002D permanecerán cerrados, ya que se establecerán a menor presión establecida que el PCV-06002A y B. En caso de fallo PCV-06002A y PCV-06002B, PCV-06002C y PCV-06002D tomarán el control y regularán la presión en 2452 kPag.

La estación Mérida II recibe gas del sistema de Regulación de Mérida III a 26 Kg/cm^2 (2549 kPag) de presión. Los reguladores de contrapresión PCV-06003A & B regulan la presión a 7.4 Kg/cm^2 (726 kPag.) El conjunto paralelo PCV- 06003C & D se utiliza como espera y listo para entrar en secuencia. Controlarán la presión a 7 Kg/cm^2 (686 kPag.).

A.7. Estaciones de entrega Valladolid lll, IV y Valladolid CC.

En las estaciones de entrega de Valladolid lll, IV y Valladolid CC, las presiones del gas se reducen de la presión del gasoducto a presiones de entrega especificadas. El gas de baja presión se mide inmediatamente antes de la transferencia de custodia.

El gas se entrega a la estación de Valladolid directamente desde el segmento de 406,4 mm (16”) de la línea principal a presiones de hasta 65 kg/cm^2 kPag y una temperatura de aproximadamente 20°C. Después de la válvula ESD de la estación, el gas pasará a través de un filtro/ separador.

En la estación de entrega de Valladolid se instala un filtro/separador primario, dimensionado para el caudal diario máximo de 3.42 Mm^3, completo con una disposición de derivación.

El filtro/separador está equipado con elementos de filtro primario que eliminan el 99,9% de todas las partículas líquidas y sólidas de más de 5 micras de tamaño. Una línea de derivación, completa con válvulas de bloque, permite que los puntos de entrega permanezcan en línea durante esos períodos en los que se está prestando

servicio a la unidad de filtros separadores. La unidad de filtro/separador se completa con un sistema de alivio de presión e interruptores de alarma líquida de alto y bajo nivel.

A continuación, el gas se calienta en dos de tres calentadores de 100 por ciento de capacidad, indirectos, operados por gas, instalados en paralelo, cada uno con una salida de 1720 kW, completo con líneas de derivación y válvulas de bloque. Las dos unidades calentadoras completas con controles están montadas en patines individuales.

La comunicación entre los cromatógrafos y su RTU se realiza a través de una conexión en serie. Dado que las RTUs realizan cálculos en tiempo real, los datos contenidos en cualquier RTU se consideran datos de transferencia de custodia. Por lo tanto, el sistema SCADA adquirirá y archivará todos los datos relevantes.

Si se pierde la comunicación entre cualquier RTU y el sistema SCADA, se prevé la recuperación de los datos de la RTU, ya sea manual o automáticamente, y cargados en el sistema SCADA. Esto garantiza que no haya pérdida de datos debido a la aparición de un evento de este tipo.

Al final de cada día de contrato, el sistema SCADA sondea automáticamente el archivo diario de cada RTU. Estos datos incluyen las presiones y temperaturas ponderadas por flujo diario.

A.7.1. Tuberías.

La tubería de la estación consta de:

- Tubería suministrada por ENFAB instalada en 9 patines, los accesorios se fabricaron para cumplir con los requisitos de MSS SP75, especificación para accesorios de soldadura a tope forjados de alta prueba, y / o ANSI

  B16.9, Accesorios de fábrica de acero forjado para soldadura a tope.

- Bechtel suministró tubería para interconectar los 9 patines ENFAB, y la tubería de 2 ramales de entrega a

Valladolid CC y Valladolid III. La estación y la tubería de los patines están diseñadas de acuerdo con la especificación 23634-000-3PS-DRPG-F01, especificación técnica para material de tubería.

A.7.2. Válvulas y actuadores.

Todas las válvulas de 12" están diseñadas de acuerdo con la especificación 23634-000-3PS-DRPG-F01 "especificación técnica para material de tuberías". Todas las válvulas se instalan superficialmente y están pintadas de acuerdo con los procedimientos de pintura y recubrimiento estándar del proveedor aceptados.

A.7.3. Sistema de filtración.

En la entrada de la estación se cuenta con un filtro separador vertical primario (009-MV-FGN-J0018) con 28 elementos. El filtro separador tiene una capacidad de 160,000 SCMH y una presión de entrada de 8619 kPag. La estación de Valladolid CC; tiene instalado un filtro separador secundario vertical (009-MV-FGN-J0015) con 27 elementos. El filtro separador tiene una capacidad de 160,000 SCMH y una presión de entrada de 50 Kg/cm2 (4903 kPag.) La estación de Valladolid lll; tiene instalado un filtro separador secundario vertical (009-MV-FGN-J0014) con 34 elementos. El filtro separador tiene una capacidad de 110,000 SCMH y una presión de entrada de 26 Kg/cm2 (2549 kPag) Sistema de medición de gas combustible.

Una línea de 2 pulgadas de la estación de regulación de Valladolid suministra gas de combustible a tres patines calentadores a gas 009-JF-JF-004, D & E y un generador de emergencia skid 009-MG-EN-0004. Este es un suministro con presión regulada aguas abajo del sistema de regulación Un medidor de flujo tipo rotativo con bridas de 2" que mide el flujo volumétrico de los calentadores y generador de emergencia. El medidor rotativo está conectado a la RTU de la computadora de flujo Control Wave para la supervisión remota a través de telecomunicaciones y satélite a la terminal SCADA en la sala de control principal ubicada en Mérida, Yucatán.

A.7.4. Patín de calentadores.

Los calentadores están diseñados para elevar la temperatura del gas a medir hasta el punto de que la temperatura de salida del calentador es adecuada para proporcionar una temperatura final del gas (después de la reducción de presión) para estar al menos 11°C por encima de la temperatura de formación de hidrato de gas.

Los calentadores están instalados en patines de acero con placas base. Los calentadores están diseñados según API- 12K a presión atmosférica y MDMT de 200 °F. La tubería interna del calentador incluye tubo de fuego extraíble y serpentín o bobinas. Las bobinas están clasificadas XSTG para la presión de diseño del proceso a 200 °F por ANSI B31.3 con rayos X 100%. La carcaza del calentador fue limpiada a metal blanco y con recubrimiento primario y un sistema de recubrimiento de 2 capas. Los calentadores están aislados y cubiertos con revestimiento de aluminio y bandas S/S.

A.7.5. Gas para instrumentos.

Integrado por los siguientes accesorios:

- Un regulador de presión de entrada (1/2" PCV-09029 set @ 1035 kPag).
- Una válvula de retención de entrada de 1/2".

- Una válvula de drenaje de 1/2".
- Válvula de alivio de presión (3/4"x3/4" PSV-09504 set @ 1767 kPag).
- Varias válvulas de 1/2" para gas de potencia.

A.7.6. Sistema de regulación.

La Estación Valladolid CC recibe gas del gasoducto a presión de 4947 kPag y utiliza dos reguladores de contrapresión PCV-09007A y PCV-09007B en serie, controla la presión del gas a 2059 kPag. Un segundo conjunto de reguladores en paralelo, PCV-09007C y PCV-09007D, funciona de la misma manera, excepto que se establecen a menor presión que los reguladores A & B. Normalmente, PCV-09007A y PCV-09007B estarán en servicio. PCV-09007C y PCV- 09007D permanecerán cerrados, ya que se establecerán a menor presión establecida que el PCV-09007A y B. En caso de fallo PCV-09007A y PCV-09007B, PCV-09007C y PCV-09007D tomarán el control y regularán la presión en 1961 kPag.

La Estación Valladolid IV recibe gas del gasoducto a 5186 kPag de presión. Los reguladores de contrapresión PCV- 09008A & B regulan la presión a 726 kPag. El conjunto paralelo PCV-09008C & D se utiliza como espera y listo para entrar en secuencia. Controlarán la presión a 686 kPag.

La Estación Valladolid III recibe gas del gasoducto a presión de 4947 kPag y utiliza dos reguladores de contrapresión PCV-09107A y PCV-09107B en serie, controla la presión del gas a 2579 kPag. Un segundo conjunto de reguladores en paralelo, PCV-09107C y PCV-09107D, funciona de la misma manera, excepto que se establecen a menor presión que los reguladores A & B. Normalmente, PCV-09107A y PCV-09107B estarán en servicio. PCV-09107C y 09107D permanecerán cerrados, ya que se establecerán a menor presión establecida que el PCV-09107A y B. En caso de fallo PCV-09107A y PCV-09107B, PCV-09107C y PCV-09107D tomarán el control y regularán la presión en 2452 kPag.

Tabla 23. Requisitos de presión de entrega a las ERM de CFE.

Punto de entrega	Presión de entrega (kg/cm²)
ERM Campeche	26

Punto de entrega	Presión de entrega (kg/cm²)
ERM Mérida III	26
ERM Mérida II	7.0
ERM Mérida IV	26
ERM Valladolid III	26
ERM Valladolid CC	21
ERM Valladolid IV	26

A.8. Estaciones de entrega a usuarios (ERM GNC, ERM Clúster Mérida, ERM Mérida West, ERM Pollos y ERM Engie Industrial).

La estación de filtración, medición, regulación y línea de transporte "ERM Usuarios" se conecta a un ducto de 4" de acero al carbón. El ducto al llegar al predio de Mayakan se vuelve aéreo y se encuentra una reducción concéntrica de 4" a 2" con una brida WN RTJ de 2" ANSI 300 para que se conecte la estación.

A la entrada de la estación tenemos la conexión con una brida WN RTJ de 2" ANSI 300. En la línea se encuentran 1 coplees de 1⁄2" en el cual se colocaron los siguientes instrumentos:

- Indicador de presión (PI-0001) local que se conecta a una válvula de seccionamiento tipo aguja de 1⁄2" NPT (VA- 0001) y también se colocó una válvula de seccionamiento tipo bola de 1⁄2" NPT (VB-0001) para purga con tapón.

El sistema se divide en dos líneas, la línea principal y la línea secundaria y en cada línea cuenta con una válvula de seccionamiento tipo bola de 2" ANSI 300.

A.8.1. Etapa de filtración.

En la línea principal, después de la válvula de seccionamiento tipo bola de 2" ANSI 300 RTJ, se encuentra un filtro (F.E.C.-1001) con extremos bridados de 2" ANSI 300 RTJ que contiene un elemento seco en posición vertical para retener el 100 % en partículas sólidas iguales y mayores a 3 micras, el 99.5% en partículas líquidas o aerosoles de 0.3 a 0.6 micras; también cuenta con 2 coplees uno a la entrada y otro a la salida de los extremos bridados del filtro en donde se conectará un indicador de presión diferencial (PDI-1001) que monitorean la caída de presión en el filtro. La lectura nos permite conocer la saturación de impurezas retenidas en el elemento coalescente y reemplazarlo cuando esta diferencial entre la entrada y salida del filtro sea mayor a 15 psi.

El filtro (F.E.C.-1001) cuenta con el siguiente accesorio para tener un mejor mantenimiento y operación del sistema:

- Dren manual de condensados en la parte inferior del filtro (F.E.C.-1001) que se conecta una válvula de seccionamiento tipo bola de 1⁄2" NPT.

A la salida del filtro se encuentra la etapa de la regulación. La línea secundaria es igual a la línea principal de filtración.

En la línea secundaria, después de la válvula de seccionamiento tipo bola de 2" ANSI 300 RTJ se encuentra un filtro (F.E.C.-2001) con extremos bridados de 2" ANSI 300 RTJ que contiene un elemento seco en posición vertical para retener el 100 % en partículas sólidas iguales y mayores a 3 micras, el 99.5% en partículas líquidas o aerosoles de 0.3 a 0.6 micras; también cuenta con 2 coplees uno a la entrada y otro a la salida de los extremos bridados del filtro en donde se conectará un indicador de presión diferencial (PDI-2001) que monitorean la caída de presión en el filtro. La lectura nos permite conocer la saturación de impurezas retenidas en el elemento coalescente y reemplazarlo cuando esta diferencial entre la entrada y salida del filtro sea mayor a 15 psi.

El filtro (F.E.C.-2001) cuenta con el siguiente accesorio para tener un mejor mantenimiento y operación del sistema:

- Dren manual de condensados en la parte inferior del filtro (F.E.C.-2001) que se conecta una válvula de seccionamiento tipo bola de 1⁄2" NPT.

A.8.2. Etapa de regulación.

Después de la filtración se encuentra un regulador piloteado, el cual cuenta con las siguientes características:

La línea principal de regulación, después de la filtración se encuentra un regulador piloteado, el cual el regulador tiene las siguientes características:

- El regulador piloteado (PCV-1001) Aperfflux 851 1" ANSI 300 con SSV integrado al cuerpo de acero al carbón tiene la función de regular a una presión de salida de 22.44 kg/cm^2; este regulador piloteado cuenta con una SSV, su principal función es de cortar el suministro de gas natural cuando la presión supere la presión requerida por Mayakan, en este caso el corte del regulador piloteado está calibrada a una presión de 23.44 kg/cm^2.

Después del regulador piloteado se encuentra un indicador de presión (PI-1001) local que se conecta a una válvula de seccionamiento tipo aguja de 1⁄2" NPT y también se colocó una válvula de seccionamiento tipo bola de 1⁄2" NPT para purga con tapón en la línea de 3".

A la salida de la línea principal se encuentra una válvula de seccionamiento tipo bola de 3” ANSI 300 RTJ.

La línea secundaria de regulación, después de la filtración se encuentra un regulador piloteado, el cual el regulador tiene las siguientes características:

- El regulador piloteado (PCV-1001) Aperfflux 851 1” ANSI 300 con SSV integrado al cuerpo de acero al carbón tiene la función de regular a una presión de salida de 23.44 kg/cm^2; este regulador piloteado cuenta con una SSV, su principal función es de cortar el suministro de gas natural cuando la presión supere la presión requerida por Mayakan, en este caso el corte del regulador piloteado está calibrada a una presión de 25.44 kg/cm^2.

Después del regulador piloteado se encuentra un indicador de presión (PI-2001) local que se conecta a una válvula de seccionamiento tipo aguja de 1⁄2” NPT y también se colocó una válvula de seccionamiento tipo bola de 1⁄2” NPT para purga con tapón en la línea de 3”.

A la salida de la línea principal se encuentra una válvula de seccionamiento tipo bola de 3” ANSI 300 RTJ después de las válvulas de seccionamiento de ambas líneas se unen para dar paso a la etapa de medición.

A.8.3. Etapa de medición.

En esta etapa se divide en dos líneas, la línea principal y la línea secundaria y en cada línea cuenta con una válvula de seccionamiento tipo bola de 3” ANSI 300 a la entrada.

Después de la válvula de seccionamiento tipo bola 4” ANSI 150 RF se encuentra un medidor tipo turbina G100 de 3” ANSI 300 RTJ que tiene la capacidad de medir un flujo máximo de 160 ACMH y un flujo mínimo de 8 ACMH y el medidor cuenta con las siguientes características:

- Cuerpo de acero al carbón, para soportar la presión máxima de operación de 49 bar.
- Acondicionador de flujo integrado al medidor para enderezar, estabilizar y acelerar el caudal de gas antes de incidir en la turbina.
- Contador mecánico en m^3 que cuenta con protección IP67, resistencia a los rayos UV, 9 dígitos para registro de volumen, libre rotación del totalizador que permite cambiar el sentido del flujo: también se cuenta con el nombre del fabricante, modelo, número de serie, fecha de fabricación, tamaño de medidor en DN.

El medidor tiene dispositivos que emite señales de pulsos de baja frecuencia, que son enviados al computador de flujo (FQI-1001).

A la salida del medidor se encuentra una válvula de seccionamiento tipo bola de 3" ANSI 300 RTJ. Después de la válvula de seccionamiento tipo bola 3" ANSI 300 RTJ (VB-4001) se encuentra un *by-pass.*

A la salid se encuentra una válvula de seccionamiento tipo bola de 3" ANSI 150 RF. Después de las válvulas de seccionamiento tipo bola de la línea principal y la línea secundaria para la salida de la estación.

A.8.4. Computador de flujo.

Equipo de cómputo de tipo industrial, dedicado al cálculo y totalización de flujo que pasa por un ducto de medición, definido previamente. Adicionalmente, puede realizar tareas de control, monitoreo y almacenamiento de datos relacionados al control administrativo de una estación de medición.

Variables que se envían al computador:

- Presión.
- Temperatura.
- Baja Frecuencia.

El computador de flujo realiza principalmente la corrección de flujo medido por el elemento primario de flujo afectado por las variables pulsos, presión, temperatura y AGA 8. El computador monitorea, registra y corrige simultáneamente las variables instantáneas de la línea de medición las almacena en memoria.

Para llevar esta tarea a cabo, el computador recibe señales eléctricas con la información de cada variable que se quiere conocer, de acuerdo con lo siguiente:

- Flujo: emisor de pulsos de medidor tipo turbina.
- Temperatura: RTD montado sobre la turbina, el cual enviará los datos al computador de flujo.
- Presión: envío de señal al transductor del computador de flujo.

A.8.5. Salida de la Estación.

Después de las válvulas de seccionamiento de la medición, las dos líneas se unen en una línea común que van hacia la salida de la estación.

B. Criterios técnicos y de diseño del proceso (gasoducto).

B.1. Estaciones de medición.

B.1.1. Válvula de sacrificio.

Para el punto de interconexión se deberá suministrar una válvula esférica de cuerpo soldado, extremos soldable - bridado (RTJ), clase ANSI 600# de paso completo y continuado, de doble bloqueo y purga, libre de mantenimiento, cuerpo de acero al carbono ASTM A-105, vástago de acero AISI-4140, operado por maneral, que cumpla con ASTM A 216 Gr. WCB, API 6D, API 6FA y ANSI B 16.34.

La válvula deberá de ser encapsulada mediante envolvente metálica apernada, dicho encapsulado deberá ser diseñado de acuerdo con el dimensionamiento final de la válvula de sacrificio ya instalada.

B.1.2. Válvula para doble bloqueo.

Para los trabajos de perforación, se deberá instalar una segunda válvula de bloqueo para asegurar la hermeticidad después de la perforación, esta válvula podrá ser retirada después de la perforación siempre y cuando la válvula de sacrificio realice el sello hermético correspondiente y permita retirar la barrenadora de manera segura.

La válvula deberá ser del tipo esférica, cuerpo soldado, extremos bridado-bridado (RTJ), clase ANSI 600# de paso completo y continuado, de doble bloqueo y purga, libre de mantenimiento, cuerpo de acero al carbono ASTM A-105, vástago de acero AISI-4140, operado por maneral, que cumpla con ASTM A 216 Gr. WCB, API 6D, API 6FA y ANSI B 16.34.

B.1.3. Válvula de aislamiento de entrada principal.

A la entrada de cada estación se deberá colocar una válvula automática (XV) de paso completo y continuo. Esta válvula permitirá el aislamiento de las estaciones en caso de necesidad y deberá tener como mínimo las siguientes características principales:

- Actuador neumático (Nota 3).
- Doble bloqueo y purga.

Presurización de paso alrededor de la válvula, compuesta por tres válvulas manuales: una válvula de estrangulación y dos válvulas de aislamiento, transmisores de presión aguas arriba y aguas abajo de la válvula automática con el fin de comprobar la presión diferencial alrededor de la válvula.

B.1.4. Sistema de calentamiento.

Debido a las reducciones de presión que se presentarán dentro de las nuevas estaciones de medición (EM Mérida Industriales, EM CFE Mérida IV y EM CFE Valladolid IV) para obtener la presión de se considera la instalación de un calentador eléctrico, para así evitar la formación de hidratos generados por temperaturas bajas.

B.1.5. Sistema de filtrado.

Se instalarán dos filtros coalescentes en cada estación de medición nuevas y en la estación CS2 en operación 1+1, asimismo se instalará un filtro adicional al existente en la estación EM3 para separar las partículas sólidas y las gotas líquidas que pudieran llegar a ser transportadas por la corriente de gas, esto evitará transferir el gas sucio causando la imprecisión de medición y el mal funcionamiento o daños en los equipos.

La eficiencia de los medios filtrantes deberá ser del 99% para partículas sólidas igual o mayores a 1 µm y una eficiencia del 99% para partículas líquidas igual o mayores a 0.5 µm.

La caída de presión del filtro coalescente debe ser de 2 psi para cartucho limpio y de 7 a 15 psi para cartuchos sucios.

Para fines de mantenimiento, el filtro separador tendrá una tapa de apertura rápida. El análisis y diseño de los filtros será responsabilidad del proveedor del equipo. Los posibles condensados se envían a un tanque de drenaje local que se puede vaciar a través de un camión cisterna.

El filtro contará con estampado ASME. Licencia de operación para recipientes sujetos a presión (**NOM-020-STPS** última revisión) una vez que estos entren a operar.

B.1.6. Sistema de análisis de gas.

Posterior a la sección de filtración, en cada estación se instalarán las sondas de muestreo en la tubería las cuales se envían hacia el cuarto de analizadores para efectuar los análisis de:

- Cromatografía del gas hasta C9+.
- Humedad (H_2O).
- Azufre total (ST).
- Ácido sulfhídrico (H2S) / Azufre.
- Oxígeno (O_2).

Todos los analizadores del sistema enviarán sus señales correspondientes hacia el computador de flujo. El cromatógrafo de gas analizará el peso específico, la composición del gas natural de C1 a C9, CO2 Y N2. Cuando falle alguno de los analizadores o se saquen de operación, el sistema tomará como dato la última lectura medida. La toma del cromatógrafo debe ser la primera posición aguas arriba con respecto a las tomas de los otros analizadores.

B.1.7. Sistema de medición.

El sistema de medición de flujo de las estaciones estará diseñado con redundancia operativa, cada sistema constará de dos trenes paralelos los cuales estarán configurados 1+1 para que un tren opere al 100% de capacidad de flujo total de cada estación y el otro se mantenga de respaldo en caso de falla o mantenimiento.

En cada tren estará instalado un medidor de flujo de tipo ultrasónico de 6 paths en configuración 6+0 (como mínimo) que deberá encontrarse operando entre el 20% y el 80% de su capacidad total.

La sección de tubería de entrada recta de cada medidor será según lo indicado en AGA 9.

B.1.8. Sistema de control de flujo.

Con el fin de ajustar el caudal de gas a las cantidades designadas para cada estación, se instalará un sistema de control de flujo con dos trenes paralelos los cuales estarán configurados 1+1 para que un tren opere al 100% de capacidad de flujo total de cada estación y el otro se mantenga de respaldo en caso de falla o mantenimiento.

En cada tren estará instalada una válvula de control tipo bola cuando el diámetro de la tubería del sea menor a 6" y tipo globo cuando exceda las 6" de diámetro, con actuador neumático (funcionando con aire) o actuador eléctrico.

La válvula de control debe incluir 2 modos de operación:

- Modo automático (control por set point de flujo)
- Modo manual (El operador podrá controlar el porcentaje de apertura a través del DCS o SCADA.

La caída de presión máxima en la válvula dependerá de la presión solicitada oficialmente al permisionario:

- Para los casos en que la presión es menor a 21 kg/cm^2 se aceptan caídas de presión que contribuyan a alcanzar las presiones solicitadas.
- Para los casos en que se soliciten presiones mayores a 21 kg/cm^2 la caída de presión no debe ser mayor a 6 psi.

El nivel de ruido generado no debe exceder 85 dB y su rango de operación se deberá encontrar entre el 20 y el 80% de su capacidad total.

En caso de falla neumática o eléctrica, la válvula de control de flujo deberá quedarse en la última posición registrada (Fail Last).

B.1.9. Sistema de regulación de presión.

Cada estación contará con un sistema de regulación de presión constituido por dos trenes en paralelo en operación 1+1, uno trabajando con el 100% del flujo y el otro como respaldo en caso de que el primer tren cierre debido a alguna falla o mantenimiento, además cada regulador deberá encontrarse trabajando entre el 20% y el 80% de su capacidad total.

Los trenes estarán configurados cada uno como sistema working con un regulador para reducir la presión del flujo de gas natural, desde una presión normal a una presión constante requerida. Este proceso se llevará a cabo en una etapa de regulación.

Otra opción para considerar es el arreglo Wide open. En caso de falla de los reguladores deberán cerrar (Fail close)

El nivel de ruido del sistema de regulación de presión no deberá ser mayor a 65 dB para clase de localización 3 y 4, o bien, de 85 dB para clase de localización 1 y 2.

B.1.10. Sistema de odorización (si es requerido).

A la salida de cada sistema de regulación de presión, se localizará el sistema de odorización con el objetivo de inyectar ter-butil mercaptano (agente odorante) a la corriente que se entregará al consumidor mediante una válvula controlada por el panel de control del propio sistema a una tasa de inyección de 8 mg/m^3 para el flujo máximo. El controlador del odorizador debe ser capaz de regular la tasa de inyección en función de la cantidad de flujo de gas que pasa por cada estación.

La capacidad del tanque debe ser tal que permita la operación del sistema de odorización por un año sin que se requiera de llenar nuevamente el recipiente.

B.1.11. Generador de emergencia a gas.

En caso de presentarse alguna falla en el suministro eléctrico para las estaciones, debe considerarse un generador de emergencia a gas que sea capaz de suministrar energía durante un periodo mínimo de 8 horas

(periodo a confirmar con el cliente), sin que su rendimiento se vea afectado considerablemente después de este tiempo en funcionamiento.

B.1.12. Válvula de aislamiento a la salida.

A la salida de cada estación se deberá colocar una válvula automática (XV) de paso completo y continuo con sistema de ruptura de línea para el cierre por emergencia de las estaciones.

Esta válvula permitirá el aislamiento de las estaciones en caso de necesidad y deberá tener como mínimo las siguientes características principales:

- Actuador neumático (Nota 3).
- Doble bloqueo y purga.
- Presurización de paso alrededor de la válvula, compuesta por tres válvulas manuales: una válvula de estrangulación y dos válvulas de aislamiento, transmisores de presión aguas arriba y aguas abajo de la válvula automática con el fin de comprobar la presión diferencial alrededor de la válvula.

B.1.13. Trampa de envío de diablos.

Cuando se requiera durante las operaciones de transporte, los gasoductos nuevos pueden ser limpiados, calibrados e inspeccionados por corridas de diablos. Para ello, se instalará una trampa de envío de diablos en los tramos iniciales de éstos.

El diseño de las trampas de envío de diablos deberá cumplir con las condiciones de diseño plasmadas en este documento.

B.1.14. Trampa de recibo de diablos.

Al finalizar la limpieza, calibración e inspección de los gasoductos se requiere de una trampa para el recibo de los diablos lanzados. El diseño de las trampas de recibo de diablos cumplirá con las condiciones de diseño plasmadas en este documento.

B.2. Gasoductos en paralelo (Loops).

B.2.1. Válvulas de seccionamiento.

Las válvulas de seccionamiento de los nuevos gasoductos cumplirán con las especificaciones indicadas por la **NOM-007-ASEA**, en su última revisión. Los ductos contarán con válvulas de seccionamiento a lo largo de su trayectoria, mismas que se instalarán se menciona a continuación, pero sin exceder la distancia marcada de acuerdo con su clase de localización:

- Cualquier punto de un ducto ubicado en una clase de localización 1 y 2 deberá contar con una válvula de seccionamiento a una distancia de máximo 32 km entre éstas.
- Cualquier punto de un ducto ubicado en una clase de localización 3 deberá contar con una válvula de seccionamiento a una distancia de máximo 24 km entre éstas.
- Cualquier punto de un ducto ubicado en una clase de localización 4 deberá contar con una válvula de seccionamiento a una distancia de máximo 16 km entre éstas.
- Cualquier punto de un ducto ubicado en una clase de localización 5 deberá contar con una válvula de seccionamiento a una distancia de máximo 8 km entre éstas.

En caso de restricciones físicas o de accesibilidad, el espaciamiento entre válvulas de seccionamiento puede ser modificado para permitir que la válvula sea instalada en un lugar accesible.

Las válvulas de seccionamiento y sus dispositivos deben cumplir con lo siguiente:

- Localizarse en lugares accesibles, protegidas contra daños o manipulaciones externas, y soportadas con base en el diseño, para evitar movimientos en los ductos a los que están conectados;
- Ubicarse fuera de derechos de vía de terceros;
- Se debe considerar la ubicación estratégica y espaciamiento de las válvulas de seccionamiento en áreas industriales, comerciales y residenciales donde las actividades cotidianas o de construcción puedan representar un riesgo particular de daño externo al ducto o de acceso a dichas válvulas;
- Los tramos del ducto que se encuentren entre válvulas deben tener una válvula con una capacidad de desfogue que permita que el ducto opere de acuerdo con las necesidades del sistema de transporte;
- El desfogue de la válvula se debe dirigir de tal manera que el gas pueda ser liberado a la atmósfera sin peligro, y si el ducto se encuentra adyacente a una línea de transmisión eléctrica, el desfogue se debe situar a una distancia igual o superior a la distancia mínima de seguridad de acuerdo con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas y a falta de éstas con las normas, códigos o estándares internacionales vigentes.

B.3. Bases de diseño de ingeniería de procesos.

B.3.1. Capacidad de transporte / diseño.

Para el diseño de los equipos e instalaciones se tomará en cuenta que el flujo de diseño será igual al flujo máximo de operación más el 10%.

Se considera una capacidad de transporte de 511.58 MMSCFD del Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan, por lo que la capacidad de las estaciones está mostrada en las siguientes tablas:

Tabla 24. Capacidad de transporte CFE Mérida IV.

CFE Mérida IV					
Característica	MMSCFD	Sm3/h	Sm3/D	m3/h (C.B.)	m3/D (C.B.)
Operativo	85	100,053.50	2,401,284.00	105,167.81	2,524,027.47
Diseño min.	62	11,005.89	264,141.24	11,568.46	277,643.02
Diseño máx.	93.5	110,058.85	2,641,412.40	115,684.59	2,776,430.22

Tabla 25. Capacidad de transporte CFE Valladolid IV.

CFE Valladolid IV					
Característica	MMSCFD	Sm3/h	Sm3/D	m3/h (C.B.)	m3/D (C.B.)
Operativo	150	176,565.00	4,237,560.00	185,590.26	4,454,166.13
Diseño min.	62	19,422.15	466,131.60	20,414.93	489,958.27
Diseño máx.	165	194,221.50	4,661,316.00	204,149.28	4,899,582.74

Tabla 26. Capacidad de transporte ENGIE Mérida Industriales.

ENGIE Mérida Industriales					
Característica	MMSCFD	Sm3/h	Sm3/D	m3/h (C.B.)	m3/D (C.B.)
Operativo	30	35,313.00	847,512.00	37,118.05	890,833.23
Diseño min.	62	3,884.43	93,226.32	4,082.99	97,991.65
Diseño máx.	33	38,844.30	932,263.20	40,829.86	979,916.55

B.3.2. Condiciones de diseño y operación.

De forma general se considera que la presión de diseño de todas las instalaciones será de 1,200 psig.

B.3.3. Presiones.

Tabla 27. Presión de operación en CFE Mérida IV.

Presión de operación CFE Mérida IV			
Succión			
Condición	Psig	kg/cm^2 (g)	kPa (g)
Normal	835.1	58.7135194	5757.81408

Tabla 28. Presión de operación en CFE Valladolid IV.

Presión de operación CFE Valladolid IV			
Succión			
Condición	Psig	kg/cm2 (g)	kPa (g)
Normal	710.49	49.9180921	4895.2796

Tabla 29. Presión de operación en ENGIE Mérida Industriales.

Presión de operación ENGIE Mérida Industriales			
Succión			
Condición	Psig	kg/cm2 (g)	kPa (g)
Normal	826	58.0737241	5695.07176

B.3.4. Temperaturas.

Para el diseño de las instalaciones se considerarán de manera general los siguientes valores de temperatura:

Tabla 30. Temperaturas de operación.

Temperaturas de operación			
Succión			
Condición	°C	°F	K
Máxima	50	122	323.15
Mínima	10	50	283.15
Normal	30	86	303.15
Diseño	55	131	328.15

En el caso de los recipientes sujetos a presión, se considerará una temperatura de diseño de 85°C.

B.4. Composición del gas natural.

El gas recibido debe seguir las características de la **NOM-001-SECRE** en su última revisión, teniendo un punto de rocío de hidrocarburos <-2°C y una humedad (H2O gaseoso) <110 mg/m^3.

Tabla 31. Composición del gas natural.

Composición del gas natural	Formula	% Mol	Unidades NOM-001-SECRE-2010
Metano	CH4	84.874779	% mol
Etano	C2H6	8.05867	% mol
Propano	C3H8	0.237327	% mol
I-Butano	C4H10	0.006869	% mol
N-Butano	C4H10	0.014255	% mol
I-Pentano	C5H12	0.002238	% mol
N-Pentano	C5H12	0.002267	% mol
N-Hexano	C6H14	0.001343	% mol
Nitrógeno	N2	5.481664	% mol
Dióxido de carbono	CO2	1.242825	% mol
Oxígeno	O2	0.07166	% mol

B.5. Criterios de diseño de procesos.

B.5.1. Tubería fase gas.

Como criterio de diseño se debe considerar no exceder los valores presentados en la siguiente tabla a la condición crítica de operación, para todas las líneas que forman parte del **Proyecto.**

Tabla 32. Criterios de diseño en tuberías fase gas.

Servicio	Caída de presión permitida (psi/100 ft)	Máxima velocidad permisible m/s (ft/s)
Gas (gasoductos)	0.2 % de la PMO	12.19 máx. (40 máx.)
Gas Natural dentro de EMRyC	0.01 < ΔP < 1.5	$V_G \leq$ 18.3 máx. (60 máx.) V_G < Ve

Donde:

- Ve = Velocidad erosiva.

- VG = Velocidad del Gas.

Notas:

- Caída de presión por fricción considerada para línea regular.
- Caída de presión por fricción considerada para los ramales cortos.
- PMO acrónimo de Presión Máxima de Operación.

Para la velocidad erosiva se implementa lo descrito en API RP14E donde se delimita la velocidad máxima a un valor determinado por la siguiente ecuación:

$$v_e = \frac{C}{\sqrt{\rho}}$$

Donde:

- Ve = velocidad erosiva del fluido en ft/seg
- C = constante empírica =100 (para fluidos libres de sólidos y para servicio continuo)
- ρ = densidad del gas a presión y temperatura del fluido en lb/ft3

B.5.2. Tuberías fase líquida.

En la siguiente tabla se muestran recomendaciones generales para la caída de presión máxima permitida (ΔP) en líneas de acero al carbón. Los criterios de diseño expresados como velocidad recomendada y máxima caída de presión son indicados para evitar problemas de erosión, vibración y ruido. Es importante resaltar que los criterios de diseño mostrados es esta sección son considerados como guías generales.

Tabla 33. Criterios de diseño en tuberías fase líquida.

Servicio	Límites Recomendados					
	Caída de Presión	Velocidad m/s				
Diámetro Nominal	ΔP kPa/km	≤2"	3" a 6"	8" a 12"	14" a 18"	≥ 20"
Flujo a gravedad		0.3	0.4	0.6	0.8	0.9
Descarga de condensado Pop < 1000 kPa		0.3	0.4	0.6	0.8	0.9
Descarga de condensado Pop > 1000 kPa	50.0	0.6	0.9	1.3	1.8	2.2

B.5.3. Líneas de venteo y desfogue.

Los criterios corresponden a los establecidos en el API 521 RP y siguiendo el método de cálculo del área de orificio requerida para válvulas de alivio de presión en recipientes que contienen gases que están expuestos al fuego, en este caso como punto de diseño para la PSV es el caso fuego.

Se deberá seguir el API 2000 para los tanques atmosféricos.

Las líneas de entrada y salida a las válvulas de seguridad deben cumplir con una caída de presión menor al 3% de la presión de ajuste de las válvulas:

Tabla 34. Criterios de diseño en tuberías de venteo y desfogue.

Servicio	Caída de presión permitida (psi/100 ft)	Máxima velocidad permisible (Mach)
Relevo de Presión	ΔP < 3.0% de la presión de ajuste de la PSV	V ≤ 0.7 Mach

B.6. Estaciones de compresión.

Las estaciones de compresión nuevas y existentes serán empleadas para incrementar la presión del gas natural y cubrir los requerimientos de presión en los diferentes puntos de entrega. A continuación, se detallan los requerimientos y criterios a considerar en el diseño de los equipos y sistemas que formarán parte de las estaciones de compresión.

B.6.1. Sistema de filtrado y recolección de condensados.

En las estaciones de compresión que lo requieran, se instalará un patín de filtración con redundancia operativa (1+1). En cada tren se instalará un filtro vertical coalescente, para separar las partículas sólidas y las gotas líquidas que pudieran llegar a ser transportadas por la corriente de gas, esto evitará transferir el gas sucio que pudiera causar mal funcionamiento o daños en los equipos.

La eficiencia de los medios filtrantes deberá ser del 99% para partículas sólidas igual o mayores a 1 µm y una eficiencia del 99% para partículas líquidas igual o mayores a 0.5 µm.

La caída de presión del filtro coalescente debe ser de 2 psi para cartucho limpio y de 7 a 15 psi para cartuchos sucios

Para fines de mantenimiento, el filtro separador tendrá una tapa de apertura rápida. El análisis y diseño de los filtros será responsabilidad del proveedor del equipo.

Además, en donde sea requerido se instalará un tanque de drenaje local que recibirá los condensados generados en la etapa de filtración. Este tanque se podrá vaciar a través de un camión cisterna.

B.6.2. Sistema de compresión de gas.

Después de pasar por el sistema de filtrado de gas, este entra en las unidades de compresión. Para esta etapa, los compresores se encontrarán instalados de acuerdo con lo siguiente:

Estaciones de compresión existentes: Estación de compresión 1 (**CS1**):

o Configuracióngeneral:2+1

o Se instalarán nuevos compresores que entregarán una potencia de hasta 20,550 hp. Estación de compresión 2 (**CS2**):

o Configuración general: 2+2.

o En operación: 1 compresor existente en CS2 + 1 compresor nuevo en CS2. o Como respaldo: 1 compresor existente en CS2 + 1 compresor nuevo en CS2.

Asimismo, se deberán considerar las siguientes prácticas generales en el diseño de los sistemas de compresión:

- En función de los resultados del análisis de flexibilidad se deberá estudiar la factibilidad de instalar soportes amortiguadores tanto en la succión como en la descarga para eliminar las vibraciones dañinas y excesivas causadas en las tuberías que se conectan a los compresores.
- El proveedor debe llevar a cabo un estudio de simulación acústica interactiva de todo el sistema, cuando dos o más unidades operaran en paralelo.
- Deben proporcionarse válvulas de alivio en compresores centrífugos para evitar la sobrepresión en caso de que el compresor esté bloqueado mientras está funcionando. Para compresores centrífugos, la presión máxima de operación es igual a la presión de descarga nominal. Se debe incluir un margen para las pulsaciones de presión por consideraciones de presión de diseño.
- La temperatura de descarga no debe exceder los 100 ° C.
- Para compresores centrífugos, la presión de diseño de la descarga del compresor debe ser al menos igual a la configuración de la válvula de alivio especificada. Si no se especifica un ajuste de la válvula de alivio, la presión de diseño debe ser al menos 1.25 veces la presión de descarga máxima especificada (Ref. API RP 617). Esta es una aproximación de la altura máxima a bajo o sin flujo para evitar la necesidad de una válvula de alivio. El cabezal máximo del compresor debe basarse en el gas

de peso molecular máximo previsto. La velocidad máxima del conductor también debe considerarse en el cálculo de la cabeza máxima.

- Para compresores centrífugos la MAP puede considerarse como mínimo, a la cabeza de descarga resultante de la presión máxima de succión y la cabeza máxima de la maquina igual al límite de surge a velocidad máxima continua.
- Una vez que la cabeza máxima es estimada, es posible calcular la máxima relación de compresión y después de la MAP.
- La presión de descarga del compresor centrifugo es como mínimo la suma de la máxima presión de succión y la máxima presión diferencial que el compresor es capaz de desarrollar al punto de surge a velocidad normal durante la operación normal.
- Los compresores que se instalen deben estar protegidos al 100% por encabinados que atenúen el ruido cuando este trabaje, proteja al compresor y su instrumentación asociada de la intemperie directa y que sea de material resistente al medio ambiente lluvioso, corrosivo y caluroso. Que sea hermético para poder contener el CO2 para extinción de conatos de incendios.
- El compresor centrifugo sea suministrado con sistema de sellos secos.
- Los actuadores de las válvulas internas y externas asociadas al compresor y las del balance de planta deberán ser neumáticas accionadas solamente por aire de instrumentos. No se acepta gas de instrumentos.
- El contratista deberá realizar un estudio transitorio del sistema de Energía Mayakan desde la EM Cactus hasta el punto más lejano del STGN.
- Es importante aclarar que el lenguaje de comunicación entre la lógica de control interno de la compresora y el control de la estación deberá realizarse entre lenguajes compatibles.
- Para recibir de conformidad, se requiere que al concluir la instalación y comisionamiento del turbo compresor se realice la prueba de descarga del sistema de supresión a base dióxido de carbono, de manera exitosa acorde al calculo que deberá entregar el fabricante del turbo compresor.
- Después de un aislamiento o disparo, el control de estación deberá arrancar solamente por personal en sitio y una vez arrancado, exitosa y correctamente, dará permisivo para arrancar algún turbo compresor.
- Los sistemas de arranque de los turbocompresores sean por medio de motores eléctricos de corriente alterna a 480 volts, manejados por variadores de frecuencia y controlados por el PLC del turbo compresor.

- El sistema de pre/post lubricación sea con motor eléctrico de corriente alterna, 480 V, 60 Hz.
- Se requiere que el enfriador de aceite del turbo compresor esté instalado a nivel del suelo, que tenga construido un dique para contener el 150% del volumen de aceite que le cabe al enfriador, las estructuras conectadas al sistema de tierras y escaleras y pasamanos para trabajar en sus cabezales y serpentines. Las escaleras también deberán estar conectadas a la red de tierras de la estación. Especificar si es considerado un recipiente sujeto a presión y si lo es, se requiere la documentación asociada y las pruebas aceptadas. El dique deberá ser impermeabilizado con algún material que evite que el aceite trasmine hacia el suelo y un drenaje conectado al drenaje aceitoso con su respectiva válvula manual para disponer el aceite que se pudiese derramar.

B.7. Sistema de enfriamiento de gas natural (aeroenfriadores dedicados).

Después de pasar la unidad de compresión, el gas se envía a una etapa de enfriamiento. Debido a la alta relación de compresión, la temperatura del gas en la descarga del compresor puede superar los 50 °C.

Por lo anterior, se requieren enfriadores a base de aire (aeroenfriadores) para garantizar que el gas dirigido a la tubería tenga un máximo temperatura de 50 °C, por ello cada compresor tiene su propio enfriador de gas en línea.

El factor de ensuciamiento del proceso debe seleccionarse de acuerdo con los lineamientos estándar de la industria.

Los ventiladores deben ser accionados con motor eléctrico, ser de tipo “tiro forzado” y en el caso de unidades que manejan productos con puntos de fluidez superiores a la temperatura ambiente mínima, se debe considerar la necesidad de persianas y serpentines de vapor o recirculación de aire.

- Consideraciones para el haz de tubos
    - El material de los tubos deberá ser seleccionado de acuerdo con las con las condiciones del proceso o servicio
    - Las aletas generalmente son de aluminio y en la siguiente tabla se indican los tipos más utilizados:

Tabla 35. Tipos de aletas más utilizados.

Tipo de aleta	Max. Temp. °C (K)	Factor
Aletas embebidas	398.9 (672.0)	1.05
Aletas extruidas	315.5 (588.6)	1.15

Tipo de aleta	Max. Temp. °C (K)	Factor
Doble aleta tipo pie tensionada	232.2 (505.3)	1.1
Aleta tipo pie tensionada simple	232.2 (505.3)	1
Montaje a tope	148.8 (422.0)	

- Consideraciones para la sección de aire.

Las condiciones climatológicas, el terreno, las estructuras, equipos adyacentes y la metodología de montaje son factores que deben considerarse para el diseño de la sección de aire en el aeroenfriador. La velocidad superficial del aire en la cara del haz de tubos varía con la cantidad de filas de tubos, para optimizar la caída de presión y la energía requerida se consideran los siguientes arreglos:

Tabla 36. Velocidad superficial del aire.

Filas	Velocidad, m/s
4	3.3
5	3
6	2.8
8-10	2.0-2.3

- La caída de presión en el aeroenfriador para la línea de proceso no debe ser mayor a 5 psi.
- La eficiencia de los sistemas de ventilación industrial (axial) es alrededor del 75%.

- Materiales

  La selección del material para los componentes del equipo se basa en las siguientes recomendaciones:

  - Los materiales deben cumplir con la Sección II Código ASME.
  - No se permite utilizar cobre para entornos de servicio amargo.
  - Los componentes en hierro fundido deben ser aprobados por escrito por el cliente.

- Tubos

  - Los tubos son normalmente sin costura, laminado o forjado. Los arreglos comúnmente empleados son cuadrados y triangulares.

  - A menos que las condiciones de diseño requieran un mayor grosor del tubo o se especifique en las hojas de datos, se deben usar los siguientes valores estándar típicos de la industria como calibres de tubo mínimos.

Tabla 37. Materiales de tubos.

Material	BWG
Acero ferrítico hasta el 9% de Cr incluido.	12
Acero de aleación ferrítica 12% Cr	14
Acero inoxidable (austenítico y dúplex)	16
Aleaciones de cobre	14
Aluminio	12
Monel	16
Incolloy	16
T itanio	18

• Aspas del ventilador

- Las aspas están disponibles en varios materiales: acero con una capa protectora (aprobado por el cliente), aluminio (típicamente serie 5000), fibra de vidrio o acero inoxidable.

• Corrosión permisible

- Los valores para la corrosión permisible deberán ser aprobados por el cliente y cualquier valor de corrosión deberá ser documentado, revisado y aprobado previamente.
- Los lineamientos mínimos indicados más abajo representan una guía de referencia.
- A menos que se especifique un valor más riguroso, la corrosión permisible se considera de 1/16" para el espesor en los cabezales de acero al carbón.
- Se considera una tolerancia de corrosión mínima de 1/16" para el espesor en los cabezales de aleaciones.
- Deberá considerarse un valor de corrosión permisible en la partición interna de los platos de refuerzo en cada lado expuesto al fluido de proceso.
- Se deberá indicar valores de corrosión permisible en tubos de acero al carbón o acero inoxidable considerando el uso de espesores con el doble calibre al espesor calculado.

B.8. Sistemas de bombeo.

Para las bombas neumáticas se consideran los requerimientos siguientes:

- Doble diafragma.
- Cajas externas de acero inoxidable.

- Conexión para el suministro neumático (aire de Instrumentos).
- Regulador para suministro neumático (variable dependiendo de la capacidad de cada bomba).
- Para las bombas centrifugas se consideran los requerimientos siguientes:
- Los márgenes de sobrediseño para la capacidad de bombas es del 10%.
- La presión de diseño del equipo en la descarga de la bomba centrifuga deberá ser la presión máxima de descarga de la bomba (PDM), la cual puede ser estimada usando el máximo valor resultante de las siguientes dos fórmulas:

  - Presión Shut-off = Presión de succión a flujo cero + 1.2 x ΔP normal de la bomba.

  - Presión de descarga de la bomba = presión de ajuste del dispositivo de relevo del recipiente en succión + carga estática de succión - pérdidas por fricción normales en la línea de succión + ΔP normal de la bomba.

- Carga de Succión Neta Positiva Disponible (NPSH)

  Se debe considerar la altura necesaria de los equipos para proporcionar la suficiente carga positiva a la succión (NPSH) de las bombas y lograr una diferencia entre el NPSH disponible y el requerido como mínimo de 1 m.

$$NPSH = (P - P)_{*}^{100} + \text{h} - \text{h}\ disponible\ t\ v\ _{\rho}\ s\ fs$$

Donde:

- Pt = Presión en la superficie del tanque en succión, kg/cm^2 abs.
- Pv= Presión de vapor a la temperatura en la succión, kg/cm^2 abs.
- ρ = Densidad del fluido a la temperatura en la succión, kg/m^3
- hs = Carga estática, m
- hfs = Pérdidas por fricción en la línea de succión, m

Las bombas deben cumplir con los requerimientos ANSI - HI 1.3 2013 Bombas Centrifugas. El material para la carcasa, internos, impulsor, flecha, mangas deben obtenerse de acuerdo con los requerimientos de este estándar.

B.9. Tanques de almacenamiento.

Los siguientes criterios deben de ser empleados para todos los tanques de las estaciones de compresión:

- Se consideran accesos al tanque para su inspección y/o mantenimiento de acuerdo con las siguientes consideraciones:

Tabla 38. Accesos para tanques.

Diámetro del Tanque	Entrada hombre en cuerpo	Entrada hombre en tapa
Menor de 15 m (50 ft)	1	1
>15 m (>50 ft) a 37 m (120 ft)	2	2
Más de 37 m (120 ft)	3	3

- A menos que se especifique lo contrario, la tolerancia a la corrosión para tanques de acero al carbón será de 3.175 mm (1/8").

Las siguientes conexiones auxiliares deben de ser empleadas en todos los tanques de la Estación de Compresión.

Tabla 39. Conexiones auxiliares de tanques.

Volumen del Tanque	Conexiones auxiliares	Venteo	Dren
Menor de 20 m^3 (706 ft^3)	2"	2"	2"
>20 m^3 (>706 ft^3) a 50 m^3 (1766 ft^3)	2"	3"	3"
Más de 50 m^3 (1766 ft^3)	2"	4"	4"

- Tanque de Almacenamiento de Agua de Servicio.

  El tanque de almacenamiento de agua de servicio que se incluye en las estaciones de compresión debe cumplir con los requerimientos siguientes:

  - El tanque es vertical con presión de operación atmosférica.
  - Se considera un 10% adicional de capacidad normal de operación.

- Tanque de Condensados

  - Los tanques de condensados recolectarán los condensados formados en:

  o Filtros separadores.

  o Paquete de acondicionamiento de gas combustible o Aeroenfriadores de gas.

- La capacidad mínima de almacenamiento es de 1 semana (depende de la calidad de gas natural que se maneje en la estación de compresión). Los líquidos colectados serán removidos periódicamente por medio de un carrotanque para su tratamiento fuera de la estación.

- El tanque contará con venteo atmosférico y arrestador de flama y deberá cumplir con el código ASME VIII. Div 1.

B.10. Servicios auxiliares.

B.10.1. Aire comprimido.

- En el diseño del compresor de aire deberá considerar un sobre diseño del 10% de su capacidad normal de operación.
- El compresor del aire debe ser parte de un paquete que incluya inter-enfriador y post-enfriador, los cuales deberán considerar enfriamiento por aire.
- El sistema de aire de instrumentos deberá ser los suficientemente robusto para satisfacer las necesidades de aire de:

o Actuadores neumáticos de válvulas de proceso y turbocompresores o Sistema de aire de sellos de los turbocompresores.
o Aire de servicio para mantenimiento.

B.10.2. Agua de servicios.

Ésta será presurizada por un sistema de bombas de agua 1+1 que mantendrán una presión constante por medio de un tanque hidroneumático. El agua será almacenada en un tanque que deberá ser diseñado para capacidad de diseño. La capacidad de operación del tanque deberá ser suficiente para suministrar agua durante un periodo de 24 horas. El llenado del tanque de agua de servicio se realizará a través de un carrotanque.

B.10.3. Sistema de filtración de gas combustible.

Se requiere que los patines acondicionadores de gas combustible tengan:

- Filtros coalescedores redundantes con las siguientes características:

- Sistema de drenaje integrado, con interruptores de alarma por alto nivel de condensados y disparo de compresores por muy alto nivel de condensados (no se requiere disparo de estación por muy alto nivel de condensados). Todo lo anterior estará supervisado y controlado por el PLC de control de estación.
- El filtro de gas combustible es de tipo cartucho y debe ser diseñado para remover el 99% de partículas líquidas de 0.5 micras o mayores y partículas sólidas con un tamaño de 1 micrómetro y mayores.
- La caída de presión del filtro cuando esté limpio será de 2 psi y cuando se encuentre sucio será de 7 psi máximo.
- El filtro de gas combustible estará diseñado de acuerdo con el código ASME VIII. Div.1, última Edición.
- La válvula de seguridad para la protección del filtro de gas combustible estará diseñada para descarga bloqueada.

B.10.4. Aceite lubricante.

Se considera el almacenamiento de aceite de lubricación necesario para realizar los cambios periódicos de aceite de cada turbocompresor por medio de bidones.

El depósito de aceite de cada turbocompresor se llena a través de un punto de llenado por medio de bidones de aceite lubricante con una bomba dedicada a cada compresor. El drenado del aceite usado se realiza con la misma bomba hacia bidones vacíos por medio de una conexión, donde se almacena hasta que éste sea recolectado por camiones autorizados.

El sistema de transferencia de aceite lubricante deberá incluir:

Bomba de aceite lubricante, una para cada compresor y la tubería correspondiente.

B.10.5. Sistema de recolección de drenaje aceitoso.

En la estación también se instalará una fosa para la recolección de drenajes aceitosos, proveniente de posibles vertidos de aceite en la charola de cada turbocompresor y de aguas de limpieza de estas, principalmente. La red contará con la pendiente necesaria desde el punto más lejano de recolección a la fosa para permitir el flujo por gravedad.

La fosa de drenajes aceitosos es de concreto con recubrimiento para impedir filtraciones y cuenta con indicación de nivel y alarmas. Cuenta con dos bombas neumáticas y una conexión rápida para su vaciado a un carro tanque de un agente autorizado para proceder a su tratamiento posterior.

Toda la instrumentación y equipo eléctrico estará diseñado para su localización dentro de área Clasificada: Clase I, División 1 y 2, Grupo B, C y D.

El Sistema debe colectar los drenajes aceitosos provenientes del área de los Turbocompresores y debe incluir:

Una (1) Fosa de Drenaje Aceitoso.

Dos (2) bombas de Drenaje Aceitoso.

B.10.6. Sistemas de venteo de gas natural.

Se instalarán líneas de venteo para despresurizar la succión y descarga de la estación, los circuitos de compresión - enfriamiento y el sistema de gas combustible. Estas líneas descargarán directamente a la atmósfera a una altura de al menos 3 m sobre el suelo o la plataforma de acceso al personal, con el objeto de garantizar que la descarga de gas durante las operaciones de venteo se realicen a una altura suficiente, en área segura.

Las líneas de venteo dispondrán de una válvula de corte automática BDV accionada desde el SPE (Sistema de Paro por Emergencia) y contará con placas de orificio con el objeto de minimizar los efectos de despresurización sobre el compresor y las tuberías.

Las PSV que se requieran para seguridad de los equipos serán diseñadas de acuerdo con API RP 521. Para mayor detalle del sistema de venteo.

B.10.7. Sistema de paro por emergencia.

Las instalaciones estarán equipadas con un Sistema de Paro de Emergencia (ESD) diseñado para proteger al personal, la instalación y el medio ambiente de condiciones operacionales inseguras y situaciones catastróficas. Este sistema será un sistema independiente al sistema de control de la estación de compresión.

C. Materias primas, productos y subproductos

La materia prima utilizada es el gas natural, cuyo componente principal es el metano, el cual se encuentra dentro de los ductos de transporte en cantidades superiores a la de reporte para ser considerado como una actividad altamente riesgosa.

Para determinar la cantidad de metano dentro del sistema, se hizo el cálculo de la densidad del gas natural mediante el método AGA8-92DC[3].

- La composición del gas natural que será utilizada está descrita en la Tabla 8 Composición del gas natural.
- La temperatura a la cual se encuentra el gas natural en condiciones de operación es variable dependiendo de la sección en la que se encuentre.
- Para el cálculo de la presión atmosférica en se toma como referencia una altura de 10 msnm.
- La masa de metano es calculada multiplicando la densidad del gas a la presión indicada x% peso de metano x volumen dentro del sistema cerrado.

Tabla 40. Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto.

Nombre	Cantidad máxima almacenada (kg)	Contenedor	S	I	R	CAS	TLV (ppm)	IDLH (ppm)	STEL (ppm)	LII (%)	LSI (%)	Flash point (°C)	LAAR (kg)
Metano	**10,930,707.6**	ducto	1	4	0	74-82-8	-	-	-	4.5	14.5	-222	500
Spotleak®1009	**250 galones**	Tanque	-	-	-	-	-	-	-	1.1	12.1	<-17.77	-

S: Riesgo a la salud, **I**: Inflamabilidad, **R**: Reactividad, **CAS**: Chemical Abstracs Service, **TLV**: Threshold Limit Values, **IDLH**: Inmediately Dangerous to Life or Health, **STEL**: Short Term exposure Limit, **LII:** Límite Inferior de inflamabilidad, **LSI**: Límite Superior de inflamabilidad, **LAAR**: Listado de Actividades Altamente Riesgosas

[3] https://www.unitrove.com/engineering/tools/gas/natural-gas-density y con las referencias siguientes:
ISO 12213-2 (2006) *Natural gas - Calculation of compression factor - Part 2: Calculation using molar-composition analysis* Starling, K. E., Savidge, J.L. (1992) *Compressibility Factors for Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Gases*, American Gas Association (AGA) Transmission Measurement Committee Report No. 8, American Petroleum Institute (API) MPMS, Chapter 14.2, Second Edition, November 1992.

Figura 3. Densidad de gas natural a diferentes presiones**.**

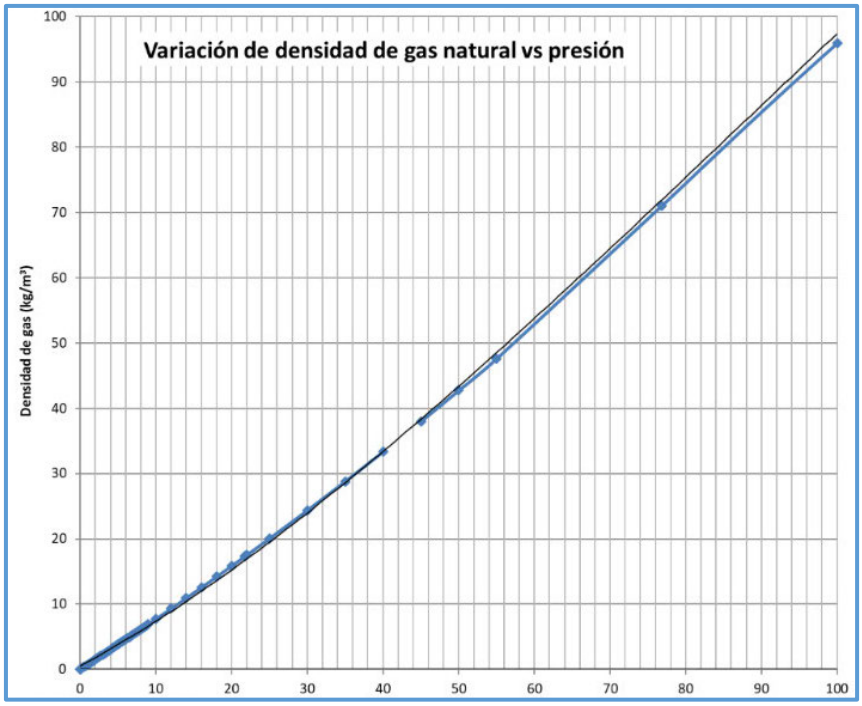


Tabla 41. Cálculo del metano contenido dentro del sistema.

Material	Ø nominal (in)	Longitud (m)	Presión (bar)	Ø externo (mm)	Espesor (mm)	Ø interior (mm)	Volumen (m^3)	Presión Absoluta (bar)	Temperatura (ºC)	% volumen de metano	% peso de metano	Densidad (kg/m^3)	Masa (Kg)
Acero API 5L X-70	36	14,359.00	84.37	914.4	15.88	882.65	8,786.00	85.382	15	89.72%	82.91%	73.331	534,203.43
Acero API 5L X-65	30	79,408.00	84.37	762	9.53	742.94	34,496.42	85.382	49	89.72%	82.91%	61.226	1,751,208.20
Acero API 5L X-65	24	261,101.00	84.37	609.6	7.82	593.95	74,096.70	85.382	31	89.72%	82.91%	66.921	4,111,394.55
Acero API 5L X-65	24	267,297.00	84.37	609.6	7.82	593.95	74,096.70	85.382	31	89.72%	82.91%	66.921	4,111,394.55
Acero API 5L X-65	22	266,294.00	84.37	558.8	7.19	544.42	61,960.33	85.382	32	89.72%	82.91%	66.568	3,419,850.32
Acero API 5L X-65	20	263,224.00	84.37	558.8	7.19	544.42	61,960.33	85.382	32	89.72%	82.91%	66.568	3,419,850.32
Acero API 5L X-65	16	160,462.00	84.37	406.4	6.35	393.7	19,546.98	85.382	29	89.72%	82.91%	67.641	1,096,270.07
Acero API 5L X-65	16	3,535.00	84.37	406.4	6.35	393.7	19,546.98	85.382	29	89.72%	82.91%	67.641	1,096,270.07
Acero API 5L X-65	16	3,043.00	84.37	406.4	6.35	393.7	19,546.98	85.382	29	89.72%	82.91%	67.641	1,096,270.07
Acero API 5L X-65	16	160,462.00	84.37	406.4	6.35	393.7	19,546.98	85.382	29	89.72%	82.91%	67.641	1,096,270.07
Acero API 5L X-42	12	1,601.00	84.37	323.9	6.35	311.2	121.78	85.382	15	89.72%	82.91%	73.331	7,404.43
Acero API 5L X-42	10	4,540.55	84.37	273.1	7.8	257.5	236.46	85.382	15	89.72%	82.91%	73.331	14,377.16
Acero API 5L X-42	6	73.45	84.37	168.3	7.11	154.08	1.37	85.382	15	89.72%	82.91%	73.331	83.30
Acero API 5L X-42	4	681.5	84.37	114.3	6.02	102.26	5.6	85.382	15	89.72%	82.91%	73.331	340.49
Acero API 5L X-42	4	3,377.80	32.00	114.3	6.02	102.26	27.74	33.012	15	89.72%	82.91%	25.594	588.67
		1,489,459.30					**393,977.35**				**Total de metano (kg)**		**21,755,775.67**

En vista de que la masa de metano en el ducto sobrepasa los 500 kg se puede concluir que el proyecto es una actividad altamente riesgosa.

El metano se encuentra dentro del segundo listado de actividades altamente riesgosas por ser una sustancia inflamable y explosiva, con una cantidad de reporte de 500 kg. Por lo que, al producirse una liberación durante su transporte, provocaría la formación de nubes inflamables, cuya concentración sería semejante a la de su límite inferior de inflamabilidad, en un área determinada por una franja de 100 metros de longitud en torno de las instalaciones o medio de transporte dados, y en el caso de formación de nubes explosivas, la presencia de ondas de sobrepresión de 0.5 lb/pulg^2 en esa misma franja.

De acuerdo con la guía para la elaboración del estudio de riesgo ambiental modalidad ductos terrestres publicada por SEMARNAT y que representa un antecedente regulatorio inmediata de la guía del ARSH, se entiende como accidente de alto riesgo ambiental una explosión, incendio, fuga o derrame súbito que resulte de un proceso en el curso de las actividades de cualquier establecimiento, así como en ductos, en los que intervengan uno o varios materiales o sustancias peligrosas y que representen un peligro grave (de manifestación inmediata o retardada, reversible o irreversible) para la población, los bienes y el ambiente. A este tipo de accidentes se les considera como accidentes mayores y dentro del presente proyecto se incluyen los siguientes:

- Liberación de una sustancia peligrosa, en la que la cantidad total liberada sea mayor a la que se haya fijado como umbral o límite (cantidad de reporte o de control).
- Cualquier fuego mayor que dé lugar a la elevación de radiación térmica en el lugar o límite de la planta o instalación, que exceda de 5 kW/m^2 por varios segundos.
- Cualquier explosión de vapor o gas que pueda ocasionar ondas de sobrepresión iguales o mayores de 1 lb/pulg^2.
- Cualquier explosión de una sustancia reactiva o explosiva que pueda afectar a edificios o plantas, en la vecindad inmediata, tanto como para dañarlos o volverlos inoperantes por un tiempo.
- Cualquier liberación de sustancias tóxicas, en la que la cantidad liberada pueda ser suficiente para alcanzar una concentración igual o por arriba del nivel que representa un peligro inmediato para la vida o la salud humana (IDLH, Immediately Dangerous to Life or Health por sus siglas en inglés; inmediatamente peligroso para la vida o la salud), en áreas aledañas a la fuente emisora.
- En el caso del transporte, se considera como un accidente, el que involucre la fuga o derrame de cantidades considerables de materiales o residuos peligrosos que pueden causar la afectación severa de la salud de la población y/o del ambiente.

Adicionalmente, de acuerdo con la guía para la elaboración de Estudios de Riesgo Ambiental, el proyecto cumple con las características siguientes:

- Longitud igual o mayor a 1 km.
- Diámetro igual o mayor a 4 in Ø.
- La presión sea igual o mayor de 10 kgf/cm^2 antes de la caseta de regulación.
- En su trayectoria cruza zonas habitacionales o áreas naturales protegidas.

Asimismo, se manifiesta que el presente proyecto pertenece al sector hidrocarburos al realizar algunas de las actividades descritas en el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA.

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

Tabla 42. Actividad del sector hidrocarburos (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA).

a	Reconocimiento y exploración superficial, y explotación y extracción de Hidrocarburos.	b	Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo.	c	Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como **TRANSPORTE**, almacenamiento y distribución de gas natural.	d	Transporte, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo.	e	Transporte, almacenamiento y distribución de petrolíferos.	f	Transporte por ducto y almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos, producto del procesamiento de gas natural y de la refinación del petróleo.

Tabla 43. Resumen de sustancias peligrosas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo en millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD)	Concentración (% mol)	Capacidad total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte de LAAR
		C	R	E	T	I			Máxima de proceso (Ton/día)	Máxima de transporte (Ton/día)	Máxima de Almacenamiento (Kg)		
Metano	74-82-8			X		X	511.58	89.7216	NA	NA	21,755,775.67	Ducto	500 Kg

ANÁLISIS DE RIESGO
PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

SECCIÓN III ENTORNO

PROYECTO
SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL
ENERGÍA MAYAKAN UNIFICADO

ENERGÍA MAYAKAN, S. DE R.L. DE C.V.

PREPARADO PARA

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

(AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE (ASEA)

ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

Índice

III. Descripción del entorno. 9
A. Aspectos abióticos. 9
A.1. Clima. 9
A.1.1. Temperatura. 12
A.1.2. Precipitación. 21
A.1.3. Vientos dominantes. 31
A.2. Fenómenos climatológicos. 38
A.2.1. Heladas. 38
A.2.2. Ciclones tropicales. 38
A.2.3. Granizo. 45
A.2.4. Sequía. 47
A.2.5. Inundaciones. 48
A.3. Geología 50
A.3.1. Fisiografía. 51
A.3.2. Características del relieve. 53
A.3.3. Topoformas. 54
A.3.4. Fallas y fracturas. 55
A.3.5. Susceptibilidad de la zona a derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos. 56
A.3.6. Regionalización sísmica. 57
A.3.7. Intensidad sísmica. 58
A.3.8. Suelos. 60
A.4. Hidrología superficial. 65
A.5. Hidrología subterránea. 73
B. Aspectos bióticos. 76
B.1. Vegetación. 76
B.2. Fauna. 134
C. Historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto. 142
D. Zonas vulnerables. 144

Índice de figuras

Figura 1. Clima en el área del Proyecto por secciones. 10
Figura 2. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección I. 12

Figura 3. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección II. 13
Figura 4. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección III. 14
Figura 5. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección IV. 18
Figura 6. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección V. 19
Figura 7. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección VI. 20
Figura 8. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección I. 22
Figura 9. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección II. 23
Figura 10. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección III. 24
Figura 11. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección IV. 26
Figura 12. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección V. 29
Figura 13. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección VI. 30
Figura 14. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Tuxtla Gutiérrez. 32
Figura 15. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Campeche. 33
Figura 16. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Escárcega. 34
Figura 17. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Progreso. 35
Figura 18. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Valladolid. 36
Figura 19. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Tizimín. 37
Figura 20. Riesgo por heladas en el área del Proyecto, por secciones. 38
Figura 21. Riesgo por ciclones tropicales en el área del Proyecto, por secciones. 39
Figura 22. Riesgo por ciclones tropicales en la Sección I del Proyecto. 40
Figura 23. Riesgo por ciclones tropicales en la Sección II 41
Figura 24. Riesgo por ciclones tropicales en la Sección III del Proyecto. 42
Figura 25. Riesgo por ciclones tropicales en la Sección IV del Proyecto. 43
Figura 26. Riesgo por ciclones tropicales en la Sección V del Proyecto. 44
Figura 27. Riesgo por ciclones tropicales en la Sección VI del Proyecto. 45

Figura 28. Peligro por granizo en el área del Proyecto, por secciones. 46
Figura 29. Peligro por granizo. Detalle de la Sección II. 47
Figura 30. Peligro por sequías en el área del Proyecto, por secciones. 48
Figura 31. Peligro por inundaciones en el área del Proyecto, por secciones. 49
Figura 32. Peligro por inundaciones en la región de Yucatán. 50
Figura 33. Unidades litoestratigráficas en el Proyecto, por secciones. 51
Figura 34. Provincia y subprovincia fisiográfica en el Proyecto, por secciones. 53
Figura 35. Gradiente altitudinal en el Proyecto, por secciones. 54
Figura 36. Sistema de topoformas en el Proyecto, por secciones. 55
Figura 37. Fallas y fracturas cercanas al Proyecto, por secciones. 56
Figura 38. Peligro por deslizamientos de ladera en el área del Proyecto, por secciones. 57
Figura 39. Ubicación del Proyecto por secciones con respecto a la regionalización sísmica de México. 58
Figura 40. Intensidad sísmica en el área del Proyecto, por secciones. 60
Figura 41. Unidades edafológicas en el Proyecto y área de la sección I. 62
Figura 42. Unidades edafológicas en el Proyecto y área de la sección II. 63
Figura 43. Unidades edafológicas en el Proyecto y área de la sección III. 63
Figura 44. Unidades edafológicas en el Proyecto y área de la sección IV. 64
Figura 45. Unidades edafológicas en el Proyecto y área de la sección V. 64
Figura 46. Unidades edafológicas en el Proyecto y área de la sección VI. 65
Figura 47. Hidrología superficial y regionalización hidrográfica. 66
Figura 48. Hidrología superficial en la Sección I del Proyecto. 68
Figura 49. Hidrología superficial en la Sección II del Proyecto. 69
Figura 50. Hidrología superficial en la Sección III del Proyecto. 70
Figura 51. Hidrología superficial en la Sección IV del Proyecto. 71
Figura 52. Hidrología superficial en la Sección V del Proyecto. 72
Figura 53. Hidrología superficial en la Sección VI del Proyecto**.** 72
Figura 54. Hidrología subterránea del área de proyecto. 73
Figura 55. Uso de suelo y vegetación presente en el área del Proyecto en la Sección I. 93
Figura 56. Uso de suelo y vegetación presente en el área del Proyecto en la Sección II. 93
Figura 57. Uso de suelo y vegetación presente en el área del Proyecto en la Sección III. 94
Figura 58. Uso de suelo y vegetación presente en el área del Proyecto en la Sección IV. 94
Figura 59. Uso de suelo y vegetación presente en el área del Proyecto en la Sección V. 95
Figura 60. Uso de suelo y vegetación presente en el área del Proyecto en la Sección VI. 95
Figura 61. Puntos de verificación de la Sección I. 99
Figura 62. Puntos de verificación de la Sección II. 99
Figura 63. Puntos de verificación de la Sección III. 100

Figura 64. Puntos de verificación de la Sección IV. 100
Figura 65. Puntos de verificación de la Sección V y VI. 101
Figura 66. Número de especies por clase y orden de vertebrados terrestres distribuidos en el sistema ambiental regional. 134
Figura 67. Proporción de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo a su distribución y categoría de riesgo. 135
Figura 68. Tasas de incidencia de casos COVID-19 acumulados en México por entidad federativa 143
Figura 69. Defunciones acumuladas en las entidades federativas 143
Figura 70. Semáforo de riesgo epidémico 144
Figura 71. Proximidades localidades sección I del proyecto 146
Figura 72. Proximidades localidades sección II del proyecto 146
Figura 73. Proximidades localidades sección III del proyecto 147
Figura 74. Proximidades localidades sección IV del proyecto 147
Figura 75. Proximidades localidades sección V del proyecto. 148
Figura 76. Proximidades localidades sección VI del proyecto 148
Figura 77. Proximidad zonas vulnerables sección I 149
Figura 78. Proximidad zonas vulnerables sección II 149
Figura 79. Proximidad zonas vulnerables sección III 150
Figura 80. Proximidad zonas vulnerables sección IV 150
Figura 81. Proximidad zonas vulnerables sección V 151
Figura 82. Proximidad zonas vulnerables sección VI 151
Figura 83. Mapa de sitios arqueológicos en la zona del proyecto. 154
Figura 84. Mapa de la ubicación de Áreas Naturales Protegidas Sistema Lagunar Catazajá en la sección III del proyecto. 160
Figura 85. Mapa de la ubicación de Áreas Naturales Protegidas los Petenes en la sección IV del proyecto 160
Figura 86. Mapa de Regiones Hidrológicas Prioritarias Río Tulijá - lo Altos de Chiapas en la sección II del proyecto. 173
Figura 87. Mapa de Regiones Hidrológicas Laguna de Términos – Río Candelaria en la sección III del proyecto 173
Figura 88. Mapa de Regiones Hidrológicas Boca del Río Champotón – Anillo de cenotes en la sección IV del proyecto 174
Figura 89. Mapa de Regiones Hidrológicas Anillo de cenotes en la sección V del proyecto 174
Figura 90. Mapa de Regiones Hidrológicas Anillo de cenotes en la sección VI del proyecto 175
Figura 91. Mapa de Regiones Marinas Prioritarias en la zona del proyecto. 181
Figura 92. Mapa de Regiones Terrestres Prioritarias el Manzanilla en la sección II del proyecto. 185

Figura 93. Mapa de Regiones Terrestres Prioritarias Lagunas de Tazajá-Emiliano Zapata en la sección II del proyecto. 185
Figura 94. Mapa de ubicación de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) en la zona del proyecto. 194
Figura 95. Mapa de ubicación de los sitios RAMSAR en la zona del proyecto. 210

Índice de tablas

Tabla 1. Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio (metros sobre el nivel del mar = msnm)... 10
Tabla 2. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección I del Proyecto. 13
Tabla 3. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección II del Proyecto. 14
Tabla 4. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección III del Proyecto. 14
Tabla 5. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección IV del Proyecto. 16
Tabla 6. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección V del Proyecto. 18
Tabla 7. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección VI del Proyecto. 20
Tabla 8. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en las estaciones climáticas de la Sección I del Proyecto. 21
Tabla 9. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección II del Proyecto. 22
Tabla 10. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección III del Proyecto. 24
Tabla 11. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección IV del Proyecto. 26
Tabla 12. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección V del Proyecto. 28
Tabla 13. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección VI del Proyecto. 29
Tabla 14. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Tuxtla Gutiérrez. 31
Tabla 15. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Campeche. 32
Tabla 16. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Escárcega. 33

Tabla 17. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Progreso. ... 35
Tabla 18. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Valladolid. .. 36
Tabla 19. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Tizimín. 37
Tabla 20. Escala Modificada de Mercalli. 58
Tabla 21. Condiciones de los acuíferos presentes en el Proyecto, por secciones. 76
Tabla 22. Uso de suelo y vegetación dentro área del Proyecto. 77
Tabla 23. Coordenadas de ubicación de los puntos de verificación en el área del ducto (Datum WGS84). .. 96
Tabla 24. Coordenadas de ubicación de los puntos de verificación en la franja del área del proyecto (Datum WGS84). 97
Tabla 25. Listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el área de ducto y el área de franja. 102
Tabla 26. Listado de especies registradas en el área del ducto y el área de franja del proyecto. 103
Tabla 27. Presencia de especies por tipo de uso de suelo y vegetación en el área de la franja y área del ducto del Proyecto (BC = bosque cultivado, BQ = bosque de encino, PC = pastizal cultivado, PI = pastizal inducido, RA = agricultura de riego, RAP = agricultura de riego y permanente, SAP = selva alta perennifolia, SBC = selva baja caducifolia, SBP = selva baja perennifolia, SBQ = selva baja espinosa subperennifolia, SMC = selva mediana caducifolia, SMQ = selva mediana subperennifolia, SMS = selva mediana subcaducifolia, TA = agrciultura de temporal anual, TP = agricultura de permanente, VM = manglar, VS =sabana, VT = tular)**.** 114
Tabla 28. Presencia de especies por tipo de uso de suelo y vegetación en el área de influencia (BC = bosque cultivado, BQ = bosque de encino, PC = pastizal cultivado, RA = agricultura de riego, RAP = agricultura de riego y permanente, SAP = selva alta perennifolia, SBC = selva baja caducifolia, SBP = selva baja perennifolia, SBQ = selva baja espinosa subperennifolia, SMC = selva mediana caducifolia, SMQ = selva mediana subperennifolia, SMS = selva mediana subcaducifolia, TA = agricultura de temporal anual, TP = agricultura de permanente, VM = manglar, VS =sabana, VT = tular)**.** 121
Tabla 29. Presencia de especies por tipo de uso de suelo y vegetación en el área de Proyecto (BC = bosque cultivado, PC = pastizal cultivado, PI = pastizal inducido, SBC = selva baja caducifolia, SBQ = selva baja espinosa subperennifolia, SMC = selva mediana caducifolia, SMQ = selva mediana subperennifolia, SMS = selva mediana subcaducifolia, TA = agricultura de temporal anual, VS =sabana, VT = tular). 129
Tabla 30. Coordenadas del vértice de los transectos en el área de influencia (Datum WGS84). 137
Tabla 31. Coordenadas del vértice de los transectos en el área del Proyecto (Datum WGS84)..... 137
Tabla 32. Número de especies animales por clase registradas en el área de franja y en el área del ducto del Proyecto..... 138
Tabla 33. Especies de vertebrados terrestres registradas en el área de franja y en el área de ducto del Proyecto..... 139
Tabla 34. Densidad poblacional en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del proyecto. 145

Tabla 35. Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población (sitios arqueológicos, parques, patrimonio cultural e instalaciones deportivas) en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del gasoducto 152
Tabla 36. Proximidades y cruzamientos con Áreas Naturales Protegidas en la franja de 800 m a ambos lados de la franja de seguridad. 156
Tabla 37. Ficha informativa del Área Natural Protegida Federal Los Petenes. 157
Tabla 38. Ficha informativa del Área Natural Protegida Estatal Sistema Lagunar Catazajá 158
Tabla 39. Proximidades y cruzamientos con Regiones Hidrológicas Prioritarias en la franja de 800 m a ambos lados de la franja de seguridad. 162
Tabla 40. Proximidades y cruzamientos con Regiones Marinas Prioritarias en la franja de 800 m a ambos lados de la franja de seguridad. 180
Tabla 41. Proximidades y cruzamientos con Regiones Terrestres Prioritarias en la franja de 800 m a ambos lados de la franja de seguridad. 186
Tabla 42. Proximidades y cruzamientos con Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en la franja de 800 m a ambos lados de la franja de seguridad. 186
Tabla 43. Lista de especies presentes en el AICA SE-25 Laguna de Términos. 187
Tabla 44. Proximidades y cruzamientos con Sitios RAMSAR en la franja de 800 m a ambos lados de la franja de seguridad. 196
Tabla 45. Uso del suelo (cruzamientos sobre la franja de seguridad). 212

Anexos

ANEXO II.1. Fotográfico de los puntos de verificación de usos de suelo

ANEXO III.2 Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población (localidades) en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del gasoducto

ANEXO III.3 Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población (incluye comercios, escuelas, iglesias, hospitales, entre otros) en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del gasoducto

III. Descripción del entorno.

A. Aspectos abióticos.

A.1. Clima.

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un área de la superficie terrestre o también es el conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Entre los componentes del clima destacan la temperatura, presión atmosférica, humedad, viento y precipitación. Los factores que modifican estos componentes son la latitud, altitud, el relieve e, incluso, las corrientes oceánicas.

Las variables ambientales hacen muy complejo establecer una clasificación de los climas del mundo. México utiliza un sistema de climas basado en la clasificación de Köppen con las modificaciones que realizó E. García en 1964 para la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y, posteriormente, para el **INEGI** en 1980.

Con base en esta clasificación, los climas se dividen en seis grandes grupos basados en los niveles de temperatura y aridez. Para la clasificación se utilizan cuatro grupos o unidades: clima cálido, clima frío, clima seco y clima templado. Los subgrupos de humedad pueden ser clasificados en forma general en húmedo, subhúmedo, semiseco y seco.

De acuerdo con esta clasificación, el clima en el **AP** se encuentra en su totalidad en el grupo climático A, el cual corresponde a climas cálidos húmedos y subhúmedos, con una temperatura media del mes más frío mayor a 18°C y una precipitación que puede ser de lluvias en verano, lluvias todo el año o lluvias de invierno. Asimismo, en lo que respecta los subgrupos del grupo A, el **AP** se encuentran en él, que se define como cálido con una temperatura media anual mayor a 22°C. Finalmente, con respecto a los climas del grupo A, encontramos que en el área de estudio se presentan los siguientes:

- Aw0. Es un clima cálido subhúmedo con lluvias de verano y sequía en invierno. El porcentaje de lluvia invernal es entre 5 y 10.2. Este es uno los climas más ecos de los subhúmedos con un cociente de P/T menos de 43.2.
- Aw1. Es un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y sequía en invierno. El porcentaje de lluvia invernal es 5 y 10.2. Su cociente de P/T oscila entre 43.2 y 55.3.
- Aw2. Es un clima cálido subhúmedo con lluvias de verano y sequía en invierno. El porcentaje de lluvia invernal es entre 5 y 10.2. En cuanto al grado de humedad, tiene un cociente de P/T de 55.3.
- A(f). Clima cálido húmedo. Lluvias entre verano e invierno, con un porcentaje mayor de 18.
- Am(f). Es un clima húmedo con lluvias intensas de verano que compensan la sequía de invierno; precipitación del mes más seco inferior a los 60 mm; porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2.

- Aw2(x'). Es un clima subhúmedo, con lluvias en verano y sequía en invierno. Su porcentaje de lluvia invernal es mayor al 10.2.
- Awo(x'). Clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano y sequía en invierno; precipitación del mes más seco, inferior a los 60 mm; porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2.
- Aw1(x'). Clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano; precipitación del mes más seco es menor de 60 mm; porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2.

Figura 1. Clima en el área del Proyecto por secciones.



Con el propósito de hacer un análisis más detallado de las condiciones meteorológicas del **AP**, se llevó a cabo un análisis de la información generada por 31 estaciones climáticas que se encuentran cercanas al área de estudio y que cuentan con información recopilada de registros de 59 años (1951-2010).

Tabla 1. Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio (metros sobre el nivel del mar = msnm).

Sección del Proyecto	Estación	No.	Municipio y estado	Latitud (N)	Longitud (W)	Altura (msnm)
I	Santa Cruz	7153	Reforma, Chiapas	17° 48' 00"	93° 09' 36"	30
	Reforma I	7138	Reforma, Chiapas	17° 52' 00"	93° 08' 00"	20
II	Aquiles Serdán	27071	Macuspana, Tabasco	17° 48' 15"	92° 29' 00"	11
III	Teptitan	27048	Macuspana, Tabasco	17° 49' 12"	92° 22' 24"	7
	Emiliano Zapata	27012	Emiliano Zapata, Tabasco	17° 44' 31"	91° 45' 47"	26
	Playas de Catazajá	7022	Catazajá, Chiapas	17° 43' 42"	92° 00' 56"	10

Sección del Proyecto	Estación	No.	Municipio y estado	Latitud (N)	Longitud (W)	Altura (msnm)
	Palenque (DGE)	7126	Palenque, Chiapas	17° 34' 00"	91° 59' 00"	60
	Molino Chumpán	4056	Palizada, Campeche	17° 56' 20"	91° 44' 10"	10
	Vista Alegre	4079	Carmen, Campeche	18° 02' 36"	91° 39' 27"	10
	Entre Hermanos	4083	Carmen, Campeche	18° 27' 25"	91° 08' 31"	40
	Mamantel	4057	Carmen, Campeche	18° 31' 29"	91° 05' 21"	12
	San Isidro	4030	Carmen, Campeche	18° 37' 54"	91° 03' 01"	10
	Chicbul	4054	Carmen, Campeche	18° 46' 41"	90° 55' 21"	25
	Pixoyal (DGE)	4026	Champotón, Campeche	18° 56' 03"	90° 35' 56"	40
IV	Canasayab	4052	Champotón, Campeche	19° 17' 40"	90° 34' 33"	37
	Champotón (SMN)	4008	Champotón, Campeche	19° 21' 00"	90° 43' 00"	10
	Siho Chac	4072	Champotón, Campeche	19° 30' 20"	90° 35' 03"	15
	China	4068	Campeche, Campeche	19° 40' 23"	90° 28' 25"	10
	Campeche (DGE)	4038	Campeche, Campeche	19° 50' 32"	90° 31' 54"	10
	Santa Cristina	4053	Campeche, Campeche	19° 48' 55"	90° 22' 52"	10
	Tinun	4059	Tenabo, Campeche	19° 57' 41"	90° 13' 40"	50
	Canki	4075	Tenabo, Campeche	19° 59' 17"	90° 07' 04"	50
	Tenabo (SMN)	4032	Tenabo, Campeche	20° 02' 00"	90° 14' 00"	7
	Pomuch	4085	Hecelchakan, Campeche	20° 08' 13"	90° 10' 29"	10
	Hecelchakan (DGE)	4011	Hecelchakan, Campeche	20° 11' 00"	90° 08' 00"	15
	Hecelchakan (SMN)	4043	Hecelchakan, Campeche	20° 11' 50"	90° 07' 20"	50
	Dzitbalche	4070	Calkini, Campeche	20° 19' 17"	90° 03' 32"	30
	Calkini (SMN)	4002	Calkini, Campeche	20° 21' 36"	90° 03' 15"	15
	Calkini (DGE)	4067	Calkini, Campeche	20° 22' 26"	90° 03' 08"	15
	Nunkini	4065	Calkini, Campeche	20° 23' 15"	90° 08' 35"	25
	Becal	4064	Calkini, Campeche	20° 25' 35"	90° 01' 52"	16
	Halacho	31058	Halacho, Yucatán	20° 29' 34"	90° 04' 39"	23
	Maxcanu	31018	Maxcanu, Yucatán	20° 36' 00"	90° 00' 00"	12
	Chunchucmil	31077	Maxcanu, Yucatán	20° 38' 36"	90° 12' 55"	13
	Chochola	31090	Chochola, Yucatán	20° 45' 03"	89° 49' 48"	14
V	Mérida (CONAGUA)	31043	Mérida, Yucatán	20° 59' 04"	89° 39' 30"	10
	Mérida (OBS)	31019	Mérida, Yucatán	20° 57' 00"	89° 39' 00"	11
VI	Colonia Emiliano Zapata	31041	Mérida, Yucatán	20° 59' 02"	89° 35' '01"	12
	Hocaba	31070	Hocaba, Yucatán	20° 49' 01"	89° 14' 13"	15
	Holca	31071	Kantunil, Yucatán	20° 45' 27"	88° 56' 02"	22
	Dzitas	31011	Dzitas, Yucatán	20° 50' 14"	88° 31' 37"	30
	Piste	31088	Tinum, Yucatán	20° 41' 29"	88° 34' 58"	25

Con el registro de información de las estaciones se prosiguió a realizar un promedio de las variables climatológicas, temperatura y precipitación, obteniéndose la siguiente información.

A.1.1. Temperatura.

De acuerdo con las estaciones identificadas, a lo largo del **proyecto** la temperatura oscila entre los 25.8 °C (registrada en la Sección I) y los 28.7 °C (registrada en la Sección II) (media anual de 26.7°C). Los meses más cálidos son abril, mayo, junio, julio y agosto con una media de 28.0°C, 29.1°C, 28.5°C, 28.1°C y 28.0°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero y diciembre con 23.7°C y 23.9°C, respectivamente. Debido a la gran extensión del **proyecto**, a continuación, se presenta la información detallada para cada una de las secciones.

Sección I

La temperatura media mensual registrada en las dos estaciones que se ubican dentro de la Sección I del **Proyecto** oscila entre los 22.4°C y los 28.6 °C (media anual de 25.8 °C). Los meses más cálidos son abril, mayo, junio, julio y agosto con una media de 27.3 °C, 28.6 °, 27.8 °C, 27.4 °C y27.3°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero, febrero y diciembre con 22.4 °C, 23.4 °C y 23.1°C respectivamente, tal cómo se puede observar en la siguiente tabla y figura.

Figura 2. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección I.

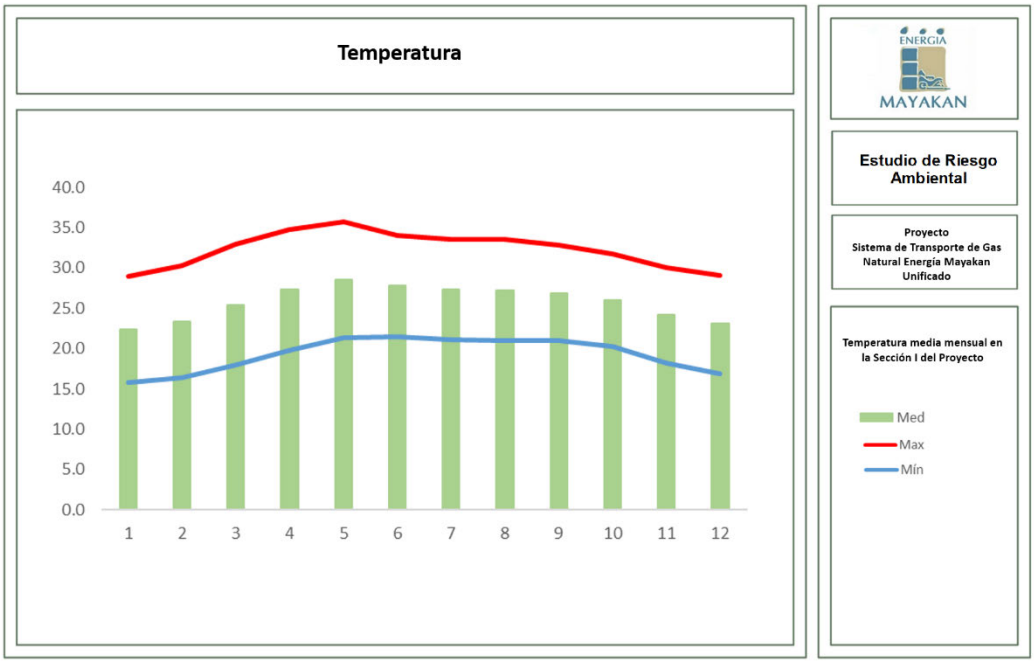


Tabla 2. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección I del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Chiapas	I	7153	Max	28.3	29.6	32.4	34.3	35.7	34.4	33.6	33.8	33	31.5	29.5	28.1	**32.0**
			Med	22.4	23.5	25.6	27.3	28.6	28.1	27.6	27.6	27.2	26.1	24.1	22.7	**25.9**
			Mín	16.5	17.4	18.8	20.2	21.5	21.8	21.6	21.5	21.4	20.8	18.7	17.2	**19.8**
		7138	Max	29.6	30.9	33.5	35.1	35.8	33.7	33.5	33.3	32.7	31.9	30.7	30.1	**32.6**
			Med	22.4	23.2	25.3	27.3	28.5	27.5	27.1	26.9	26.6	25.8	24.3	23.4	**25.7**
			Mín	15.2	15.5	17.1	19.4	21.1	21.2	20.6	20.4	20.5	19.6	17.8	16.6	**18.8**
Promedio			Max	29.0	30.3	33.0	34.7	35.8	34.1	33.6	33.6	32.9	31.7	30.1	29.1	**32.3**
			Med	22.4	23.4	25.5	27.3	28.6	27.8	27.4	27.3	26.9	26.0	24.2	23.1	**25.8**
			Mín	15.9	16.5	18.0	19.8	21.3	21.5	21.1	21.0	21.0	20.2	18.3	16.9	**19.3**

Sección II

La temperatura media mensual registrada en la estación que se ubica dentro de la Sección II del **Proyecto** oscila entre los 26°C y los 30.9 °C (media anual de 28.7 °C). Los meses más cálidos son mayo y junio con una media de 30.9 °C y 30.2°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero y diciembre con 26°C y 26.1°C, respectivamente, tal cómo se puede observar en la siguiente tabla y figura.

Figura 3. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección II.

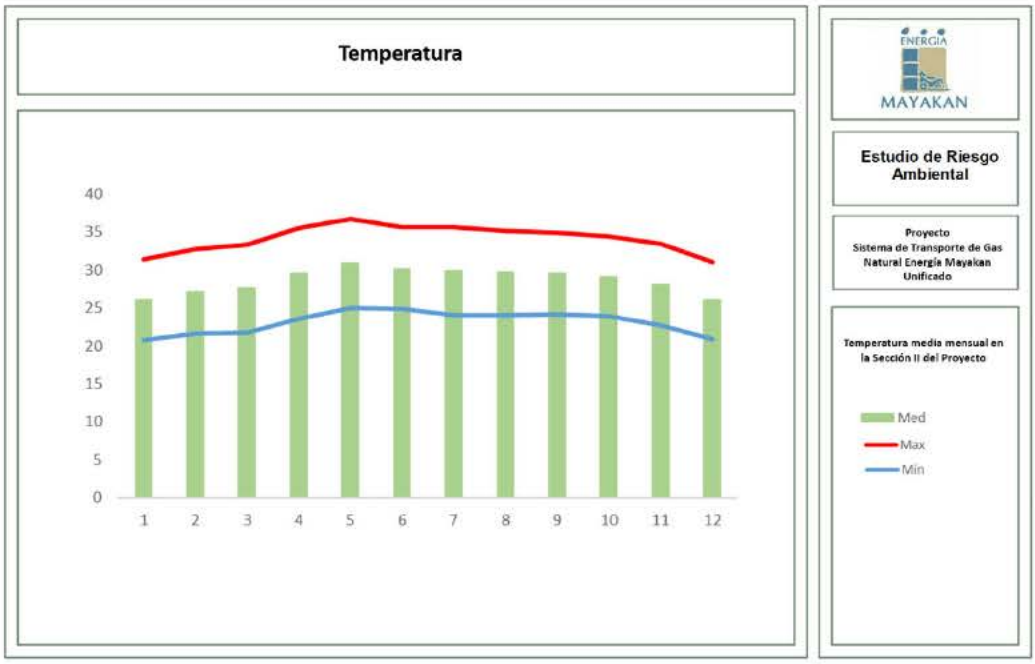


Tabla 3. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección II del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Tabasco	II	27071	Max	31.4	32.7	33.3	35.5	36.7	35.6	35.7	35.2	34.9	34.4	33.5	31.1	**34.2**
			Med	26.1	27.1	27.6	29.5	30.9	30.2	29.9	29.7	29.6	29.1	28.1	26	**28.7**
			Mín	20.8	21.6	21.8	23.6	25.0	24.9	24.1	24.1	24.2	23.9	22.7	20.9	**23.1**
Promedio			Max	31.4	32.7	33.3	35.5	36.7	35.6	35.7	35.2	34.9	34.4	33.5	31.1	**34.2**
			Med	26.1	27.1	27.6	29.5	30.9	30.2	29.9	29.7	29.6	29.1	28.1	26	**28.7**
			Mín	20.8	21.6	21.8	23.6	25	24.9	24.1	24.1	24.2	23.9	22.7	20.9	**23.1**

Sección III

La temperatura media mensual registrada en las 11 estaciones que se ubican dentro de la Sección III del **Proyecto** oscila entre los 23.3°C y los 29.2 °C (media anual de 26.5 °C). Los meses más cálidos son abril, mayo y junio con una media de 28.2 °C, 29.2 °C y 28.4°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero y diciembre con 23.3°C y 23.7°C, respectivamente, tal cómo se puede observar en la siguiente tabla y figura.

Figura 4. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección III.

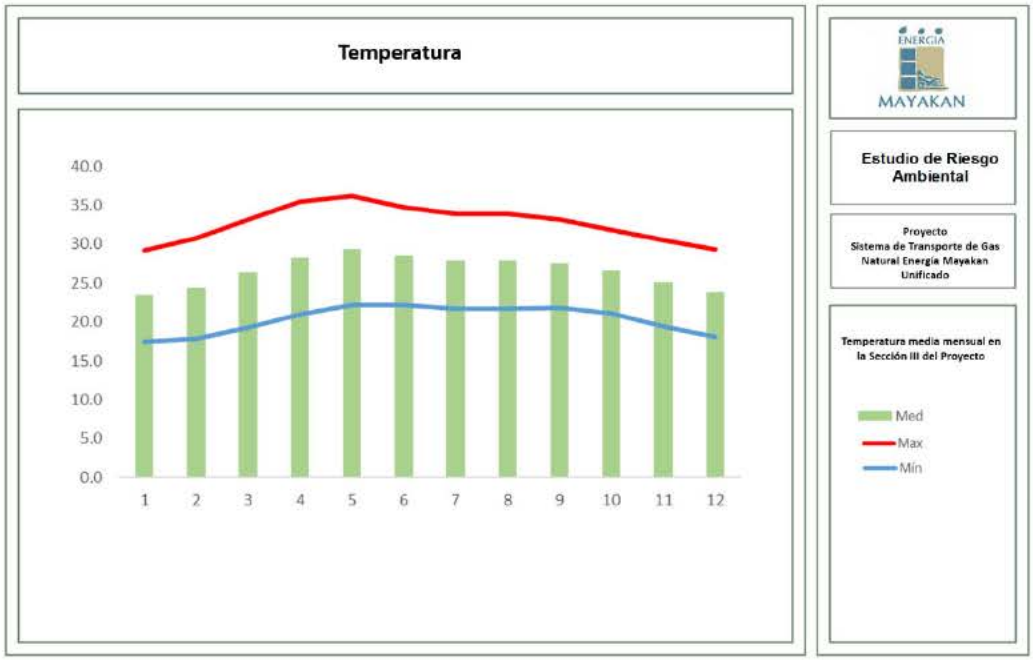


Tabla 4. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección III del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Tabasco	III	27048	Max	28.1	29.2	32.4	34.9	36.3	35.2	34.6	34.6	33.4	31.7	30.1	28.6	**32.4**
			Med	23.3	23.9	26.4	28.5	29.8	29.2	28.8	28.7	28.2	27.0	25.4	23.9	**26.9**
			Mín	18.4	18.7	20.3	22.1	23.2	23.3	22.9	22.9	23	22.3	20.6	19.2	**21.4**

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
		27012	Max	28.4	29.8	33.0	35.4	36.1	34.7	34.0	33.9	33.2	31.4	29.8	28.5	**32.4**
			Med	23.6	24.6	27.0	28.9	29.9	29.1	28.5	28.5	28.2	26.9	25.3	23.9	**27.0**
			Mín	18.8	19.3	21.0	22.4	23.6	23.5	23.0	23.1	23.1	22.5	20.9	19.4	**21.7**
Chiapas		7022	Max	27.9	29.3	32.1	34.6	35.7	34.3	33.5	33.5	32.7	31.2	29.6	27.9	**31.9**
			Med	22.9	23.7	26.1	28.3	29.4	28.7	28.1	28.1	27.7	26.5	25	23.2	**26.5**
			Mín	18.0	18.2	20.2	22.1	23.0	23.2	22.6	22.6	22.7	21.9	20.4	18.5	**21.1**
		7126	Max	28.5	30.0	32.2	34.0	35.1	34.0	33.1	33.5	32.9	31.0	29.6	28.8	**31.9**
			Med	23.2	24.2	25.6	27.4	28.4	27.6	27.2	27.3	27.0	25.7	24.7	23.8	**26.0**
			Mín	17.9	18.4	19	21	21.7	21.3	21.2	21.1	21.1	20.5	19.9	18.7	**20.2**
		4056	Max	29.8	30.2	32.0	33.3	33.9	32.6	32.0	31.8	31.4	30.9	30.4	29.4	**31.5**
			Med	24.3	24.7	25.9	26.9	27.7	26.8	26.4	26.2	26.1	25.6	25.1	24.2	**25.8**
			Mín	18.8	19.2	19.8	20.6	21.4	21.1	20.8	20.5	20.7	20.2	19.8	18.9	**20.2**
		4079	Max	29.8	31.7	33.9	36.0	35.9	34.4	33.6	34.2	33.7	32.2	30.9	29.6	**33.0**
			Med	23.7	24.9	26.6	28.2	28.8	27.7	27.5	27.6	27.5	26.7	25.3	23.8	**26.5**
			Mín	17.5	18.1	19.2	20.3	21.6	21.1	21.4	20.9	21.3	21.2	19.6	17.9	**20.0**
		4083	Max	29.6	31.7	34.2	36.9	37.2	35.6	34.7	34.2	33.6	32.3	31.1	29.4	**33.4**
			Med	23.5	25.0	26.9	29.0	29.9	29.1	28.4	28.3	28.1	26.9	25.3	23.8	**27.0**
			Mín	17.5	18.3	19.7	21.0	22.6	22.6	22.0	22.3	22.6	21.5	19.6	18.2	**20.7**
Campeche		4057	Max	28.9	30.7	33.6	36.0	36.7	34.9	33.8	33.7	32.9	31.8	30.3	29.5	**32.7**
			Med	23.3	24.4	26.4	28.6	29.8	28.9	28.0	28.0	27.6	26.7	25.1	24.0	**26.7**
			Mín	17.7	18.2	19.3	21.2	22.8	22.9	22.2	22.2	22.3	21.6	19.9	18.4	**20.7**
		4030	Max	29.9	31.2	33.5	35.7	36.5	35.0	34.0	33.9	33.2	32.2	31.0	29.6	**33.0**
			Med	23.0	23.7	25.9	27.8	28.6	28.1	27.4	27.2	26.9	25.9	24.3	22.9	**26.0**
			Mín	16.0	16.2	18.2	19.8	20.7	21.2	20.8	20.5	20.7	19.6	17.6	16.3	**19.0**
		4054	Max	30.3	31.7	33.4	35.3	36.2	35.0	34.7	34.3	33.8	32.9	31.0	30.2	**33.2**
			Med	23.4	24.3	25.6	27.7	28.9	28.4	27.9	27.7	27.5	26.7	24.8	23.8	**26.4**
			Mín	16.5	16.9	17.9	20.2	21.6	21.7	21.1	21.1	21.2	20.4	18.5	17.3	**19.5**
		4026	Max	30.4	32.3	35.2	37.6	38.2	36.4	34.9	34.8	34.0	32.9	31.9	30.9	**34.1**
			Med	22.6	23.7	26.6	29.1	30.1	29.2	28.1	27.9	27.6	26.3	24.5	23.3	**26.6**
			Mín	14.8	15.2	18.0	20.6	21.9	22.1	21.2	20.9	21.1	19.8	17.1	15.7	**19.0**
Promedio			Max	29.2	30.7	33.2	35.4	36.2	34.7	33.9	33.9	33.2	31.9	30.5	29.3	**32.7**
			Med	23.3	24.3	26.3	28.2	29.2	28.4	27.8	27.8	27.5	26.4	25.0	23.7	**26.5**
			Mín	17.4	17.9	19.3	21.0	22.2	22.2	21.7	21.6	21.8	21.0	19.4	18.0	**20.3**

Sección IV

La temperatura media mensual registrada en las 21 estaciones que se ubican dentro de la Sección IV del **Proyecto** oscila entre los 23.4°C y los 29 °C (media anual de 26.5 °C). Los meses más cálidos son abril, mayo

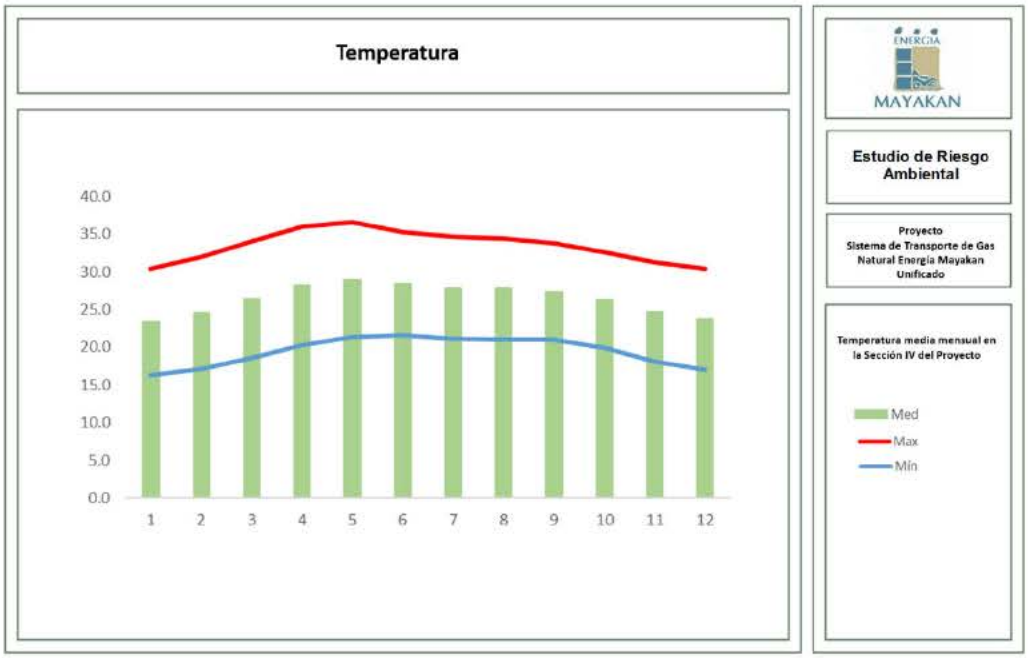
y junio con una media de 28.1 °C, 29.0 °C y 28.4°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero y diciembre con 23.4°C y 23.7°C, respectivamente, tal cómo se puede observar en la siguiente tabla y figura.

Tabla 5. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección IV del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Campeche	IV	4052	Max	29.2	30.9	33.2	35.3	36.7	34.9	34.3	34.3	33.8	32.5	30.7	29.6	**33.0**
			Med	23.0	24.3	26.3	28.3	29.9	28.9	28.5	28.4	28.3	26.9	25.0	23.8	**26.8**
			Mín	16.7	17.6	19.3	21.4	23.2	22.8	22.6	22.5	22.8	21.3	19.3	17.9	**20.6**
		4008	Max	28.1	29.3	32.1	34.3	35.1	33.7	33.1	32.8	31.9	30.4	29.2	28.3	**31.5**
			Med	22.3	23.0	25.4	27.4	28.5	28.0	27.2	27.1	26.8	25.5	23.8	22.7	**25.6**
			Mín	16.4	16.7	18.7	20.5	22.0	22.3	21.4	21.4	21.7	20.5	18.4	17.1	**19.8**
		4072	Max	31.0	33.1	35.2	37.2	37.8	36.0	35.3	35.0	34.6	33.2	31.8	31.0	**34.3**
			Med	24.1	25.8	27.4	29.3	30.3	29.5	28.8	28.6	28.2	27.1	25.5	24.6	**27.4**
			Mín	17.1	18.5	19.6	21.5	22.7	22.9	22.4	22.3	21.9	21.1	19.1	18.1	**20.6**
		4068	Max	28.8	30.8	33.2	35.3	36.1	34.2	33.4	33.1	32.4	30.9	29.7	28.8	**32.2**
			Med	22.0	23.5	25.6	27.6	28.7	27.9	27.1	26.9	26.7	25.3	23.7	22.7	**25.6**
			Mín	15.1	16.2	17.9	19.9	21.3	21.5	20.8	20.6	20.9	19.6	17.6	16.5	**19.0**
		4038	Max	29.1	30.6	32.7	35.0	35.9	34.9	34.5	34.2	33.4	32.1	30.7	29.4	**32.7**
			Med	23.7	24.7	26.5	28.5	29.6	29.2	28.7	28.5	28.2	27.0	25.4	24.0	**27.0**
			Mín	18.2	18.7	20.2	22.1	23.4	23.5	22.9	22.7	22.9	21.9	20.0	18.6	**21.3**
		4053	Max	30.7	32.2	34.3	36.3	37.1	35.1	34.3	33.7	33.2	32.5	31.6	30.7	**33.5**
			Med	22.8	24.1	25.8	27.7	28.9	28.0	27.2	26.8	26.8	25.7	24.2	23.3	**25.9**
			Mín	15.0	16.0	17.4	19.2	20.8	21.0	20.1	20.0	20.3	18.9	16.7	15.8	**18.4**
		4059	Max	31.2	32.8	35.3	37.4	37.8	36.0	35.3	35.2	34.2	32.9	31.7	30.6	**34.2**
			Med	23.2	24.2	26.4	28.5	29.4	28.8	28.1	28.0	27.5	26.2	24.4	23.2	**26.5**
			Mín	15.3	15.7	17.4	19.6	21.1	21.5	21.0	20.8	20.7	19.6	17.1	15.6	**18.8**
		4075	Max	29.1	30.5	31.7	34.3	34.6	33.6	32.7	32.5	30.6	30.0	28.0	27.8	**31.3**
			Med	22.0	23.1	24.1	26.0	26.5	25.9	25.3	25.1	23.7	23.2	21.6	21.3	**24.0**
			Mín	14.8	15.7	16.5	17.6	18.4	18.2	18.0	17.7	16.9	16.4	15.3	14.8	**16.7**
		4032	Max	30.3	32.0	34.6	36.9	36.9	35.4	34.5	34.5	33.6	32.4	31.3	30.1	**33.5**
			Med	24.0	25.0	27.5	29.7	30.0	29.4	28.6	28.6	28.2	26.8	25.2	23.9	**27.2**
			Mín	17.7	18.1	20.5	22.5	23.1	23.5	22.8	22.7	22.8	21.1	19.1	17.7	**21.0**
		4085	Max	30.3	32.5	34.9	37.3	37.6	36.0	35.5	35.2	34.5	32.9	30.9	29.7	**33.9**
			Med	23.2	25.0	26.7	28.8	29.7	29.1	28.5	28.5	28.0	26.5	24.2	23.2	**26.8**
			Mín	16.0	17.4	18.6	20.3	21.9	22.1	21.6	21.7	21.5	20.1	17.4	16.5	**19.6**
		4011	Max	30.8	31.9	34.4	36.1	36.8	35.2	34.7	34.6	33.9	32.7	31.0	30.5	**33.6**
			Med	23.5	24.5	26.7	28.6	29.5	28.8	28.2	28.2	27.9	26.5	24.6	23.7	**26.7**
			Mín	16.3	17.1	19.0	21.0	22.2	22.4	21.7	21.8	21.9	20.2	18.2	16.9	**19.9**
		4043	Max	31.9	33.3	35.5	37.0	37.3	35.9	35.3	35.1	34.5	33.4	32.4	31.3	**34.4**
			Med	24.1	25.1	27.0	28.5	29.1	28.9	28.3	28.1	27.8	26.6	25.2	24.1	**26.9**
			Mín	16.3	16.9	18.5	20.1	20.8	21.8	21.3	21.1	21.2	19.8	18.0	16.9	**19.4**

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
		4070	Max	32.2	33.6	34.6	36.6	36.2	35.4	35.3	35.1	34.9	34.1	33.0	32.2	**34.4**
			Med	23.7	24.7	25.9	27.5	27.6	27.7	27.1	27.4	27.0	26.2	25.0	24.7	**26.2**
			Mín	15.1	15.8	17.3	18.4	19.0	19.9	19.0	19.6	19.1	18.2	17.1	16.9	**18.0**
		4002	Max	31.1	32.8	35.5	37.9	38.6	37.1	35.7	35.9	34.7	33.0	31.4	30.5	**34.5**
			Med	23.9	25.2	27.8	30.0	30.8	30.2	29.0	29.2	28.6	26.8	24.9	23.7	**27.5**
			Mín	16.6	17.6	20.1	22.2	23.1	23.4	22.3	22.6	22.6	20.6	18.5	17.0	**20.6**
		4067	Max	29.6	31.7	34.3	36.1	36.7	34.7	34.3	33.8	33.1	31.3	30.4	29.2	**32.9**
			Med	22.6	24.2	26.3	28.1	29.1	28.4	27.8	27.6	27.2	25.5	24.0	22.6	**26.1**
			Mín	15.6	16.7	18.4	20.1	21.5	22.1	21.3	21.4	21.3	19.7	17.6	16.1	**19.3**
		4065	Max	32.8	33.6	35.0	35.4	35.8	35.4	36.0	35.2	34.3	34.7	33.5	33.1	**34.6**
			Med	24.7	25.2	26.1	26.9	27.6	27.3	27.6	27.2	27.1	26.7	25.7	25.2	**26.4**
			Mín	16.5	16.7	17.2	18.4	19.5	19.3	19.3	19.2	19.9	18.8	18.0	17.2	**18.3**
		4064	Max	29.9	30.8	33.7	35.6	36.0	35.1	34.7	34.6	34.4	33.1	32.1	31.2	**33.4**
			Med	22.7	23.3	25.6	27.2	27.8	27.5	27.2	26.9	26.6	25.9	24.9	24.0	**25.8**
			Mín	15.5	15.8	17.5	18.8	19.6	19.9	19.7	19.1	18.8	18.6	17.6	16.8	**18.1**
Yucatán		31058	Max	31.3	32.8	34.1	36.1	37.4	35.2	34.6	35.0	34.6	33.6	32.6	31.9	**34.1**
			Med	23.7	25.0	26.0	27.2	28.1	27.1	26.8	27.2	26.9	26.1	24.8	24.1	**26.1**
			Mín	16.1	17.1	17.9	18.4	18.8	19.0	18.9	19.4	19.3	18.7	17.2	16.2	**18.1**
		31018	Max	29.7	31.4	34.1	35.9	36.7	35.5	35.0	34.6	33.8	32.2	31.0	29.6	**33.3**
			Med	22.9	24.3	26.6	28.5	29.6	29.1	28.7	28.3	27.9	26.5	24.9	23.5	**26.7**
			Mín	16.2	17.3	19.1	21.0	22.4	22.7	22.4	22.0	22.0	20.9	18.8	17.3	**20.2**
		31077	Max	33.1	33.7	34.6	35.4	35.7	35.6	35.6	35.4	34.9	34.9	34.4	33.9	**34.8**
			Med	26.3	26.7	27.5	28.3	28.5	28.5	28.5	28.4	28.2	28.0	27.5	27.0	**27.8**
			Mín	19.5	19.7	20.5	21.2	21.4	21.4	21.5	21.4	21.5	21.1	20.5	20.1	**20.8**
		31090	Max	29.3	31.1	33.4	35.6	36.1	35.0	34.5	34.3	33.7	32.1	30.7	29.4	**32.9**
			Med	23.1	24.5	26.2	28.5	29.5	28.9	28.5	28.4	28.1	26.5	24.9	23.4	**26.7**
			Mín	17.0	18.0	19.1	21.4	23.0	22.7	22.5	22.4	22.4	20.9	19.1	17.4	**20.5**
Promedio			Max	30.5	32.0	34.1	36.0	36.6	35.2	34.7	34.5	33.8	32.6	31.3	30.4	**33.5**
			Med	23.4	24.5	26.4	28.1	29.0	28.4	27.9	27.8	27.4	26.3	24.7	23.7	**26.5**
			Mín	16.3	17.1	18.6	20.3	21.4	21.6	21.1	21.1	21.1	19.9	18.1	17.0	**19.5**

Figura 5. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección IV.



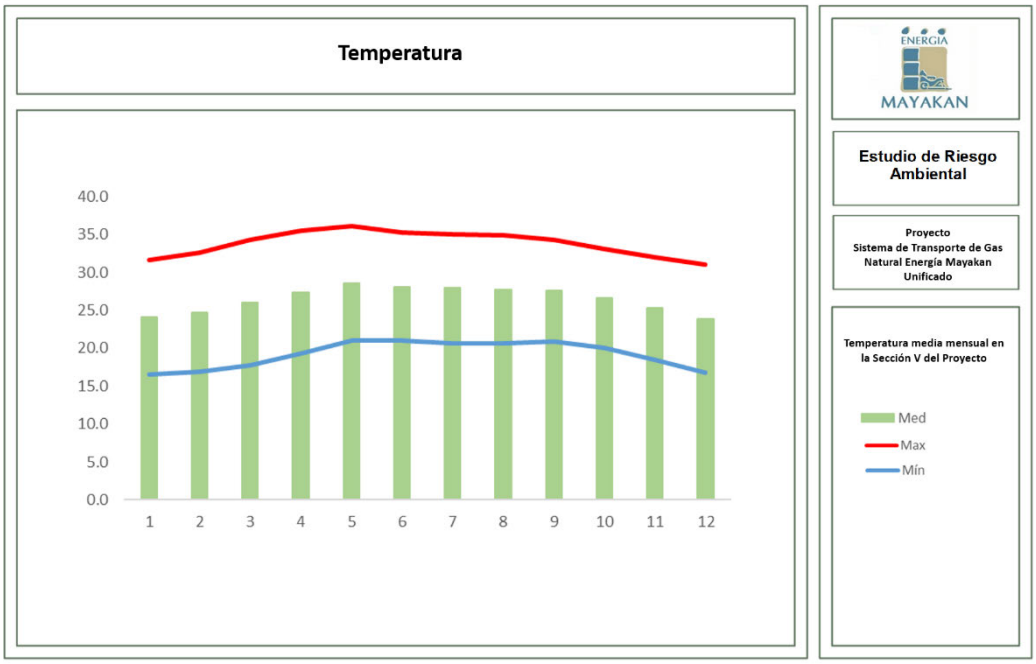
Sección V

La temperatura media mensual registrada en las 2 estaciones que se ubican dentro de la Sección V del **Proyecto** oscila entre los 23.9°C y los 28.6 °C (media anual de 26.5 °C). Los meses más cálidos son abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre con una media de 27.4°C, 28.6°C, 28.1°C, 27.9°C, 27.8°C y 27.6°, respectivamente. Los meses más fríos son enero y diciembre con 24.1°C y 23.9°C, respectivamente, tal cómo se puede observar en la siguiente tabla y figura.

Tabla 6. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección V del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Yucatán	Sección V	31043	Max	30.5	31.4	33.8	35.5	36.2	35.3	35.0	34.9	34.2	32.6	31.2	30.3	**33.4**
			Med	23.8	24.4	26.2	27.8	28.9	28.5	28.3	28.2	28.0	26.8	25.2	23.9	**26.7**
			Mín	17.2	17.5	18.7	20.2	21.7	21.8	21.5	21.5	21.7	20.9	19.2	17.6	**20.0**
		31019	Max	32.7	33.8	34.8	35.6	36.0	35.3	35.1	34.8	34.4	33.6	32.8	31.7	**34.2**
			Med	24.3	25.1	25.8	27.0	28.2	27.7	27.5	27.3	27.2	26.4	25.3	23.8	**26.3**
			Mín	15.8	16.4	16.8	18.4	20.4	20.1	19.9	19.8	20.1	19.3	17.8	15.9	**18.4**
Promedio			Max	31.6	32.6	34.3	35.6	36.1	35.3	35.1	34.9	34.3	33.1	32.0	31.0	**33.8**
			Med	24.1	24.8	26.0	27.4	28.6	28.1	27.9	27.8	27.6	26.6	25.3	23.9	**26.5**
			Mín	16.5	17.0	17.8	19.3	21.1	21.0	20.7	20.7	20.9	20.1	18.5	16.8	**19.2**

Figura 6. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección V.



Sección VI

La temperatura media mensual registrada en las 5 estaciones que se ubican dentro de la Sección VI del **Proyecto** oscila entre los 23.1°C y los 28.5 °C (media anual de 26.1 °C). Los meses más cálidos son abril, mayo, junio, julio y agosto con una media de 28.2°C, 27.9°C, 28.1°C y 27.8°C, respectivamente. Los meses más fríos son enero y diciembre con 23.1°C y 23.3°C, respectivamente, tal cómo se puede observar en la siguiente tabla y figura.

Figura 7. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas de la Sección VI.

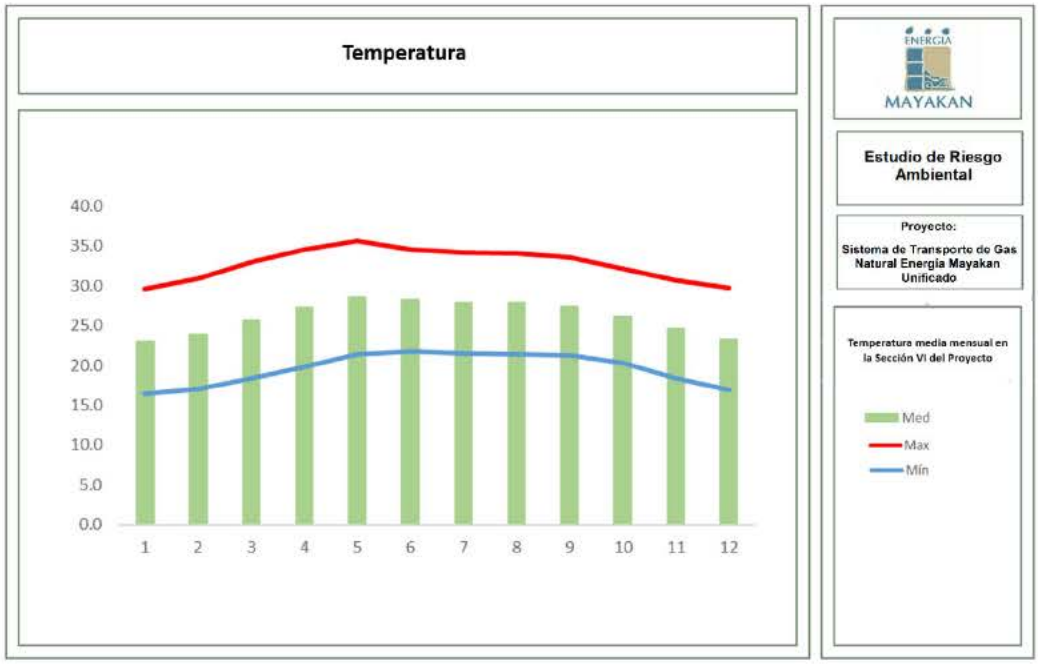


Tabla 7. Temperatura media mensual registrada en las estaciones climáticas de la Sección VI del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Yucatán	Sección VI	31041	Max	28.4	30.6	32.7	34.9	35.8	34.7	34.5	34.4	33.7	32.0	29.5	28.6	**32.5**
			Med	22.8	24.5	26.0	27.8	29.3	29.0	28.8	28.8	28.4	27.0	24.6	23.3	**26.7**
			Mín	17.1	18.4	19.2	20.7	22.8	23.2	23.0	23.1	23.1	22.0	19.6	17.9	**20.8**
		31070	Max	31.7	32.0	34.3	35.1	36.1	35.3	34.7	34.6	34.0	33.1	33.0	32.2	**33.8**
			Med	25.3	25.4	27.7	28.6	29.4	28.8	28.7	28.4	27.9	27.2	26.7	25.9	**27.5**
			Mín	19.0	18.9	21.1	22.0	22.6	22.3	22.6	22.1	21.8	21.4	20.5	19.6	**21.2**
		31071	Max	29.4	30.4	32.4	33.8	34.9	33.9	33.4	33.4	32.9	31.7	30.4	29.1	**32.1**
			Med	22.5	23.0	24.8	26.1	27.4	26.9	26.4	26.5	26.2	25.2	23.8	22.4	**25.1**
			Mín	15.5	15.6	17.1	18.3	19.9	20.0	19.5	19.6	19.6	18.8	17.2	15.8	**18.1**
		31011	Max	29.9	31.3	32.7	34.9	36.1	35.1	34.9	34.9	34.1	32.5	30.9	29.9	**33.1**
			Med	23.2	24.2	25.5	27.6	28.9	28.7	28.5	28.5	28.0	26.5	24.6	23.3	**26.5**
			Mín	16.4	17.2	18.3	20.4	21.8	22.3	22.0	22.0	21.9	20.5	18.3	16.7	**19.8**
		31088	Max	28.9	30.2	32.7	34.2	35.3	33.9	33.3	33.3	33.0	31.2	29.7	28.8	**32.0**
			Med	21.5	22.5	24.4	26.0	27.6	27.4	26.9	26.8	26.6	25.1	23.0	21.7	**25.0**
			Mín	14.1	14.8	16.2	17.8	20.0	20.9	20.5	20.3	20.2	18.9	16.4	14.6	**17.9**
Promedio			Max	29.7	30.9	33.0	34.6	35.6	34.6	34.2	34.1	33.5	32.1	30.7	29.7	**32.7**
			Med	23.1	23.9	25.7	27.2	28.5	28.2	27.9	27.8	27.4	26.2	24.5	23.3	**26.1**
			Mín	16.4	17.0	18.4	19.8	21.4	21.7	21.5	21.4	21.3	20.3	18.4	16.9	**19.6**

A.1.2. Precipitación.

De acuerdo con las estaciones identificadas, a lo largo del **proyecto** la precipitación oscila entre los 870 mm (Sección VI) y los 2,282.8 mm (Sección I) (media anual de 1,556.6 mm). Los meses más lluviosos son junio, julio, agosto, septiembre y octubre con una media de 203.4 mm, 180.7 mm, 220.9 mm, 259.9 mm y 205.6 mm, respectivamente. Los meses más secos son marzo y abril con una media de 38.6 mm y 36.8 mm, respectivamente. Debido a la gran extensión del **proyecto**, a continuación, se presenta la información detallada para cada una de las secciones.

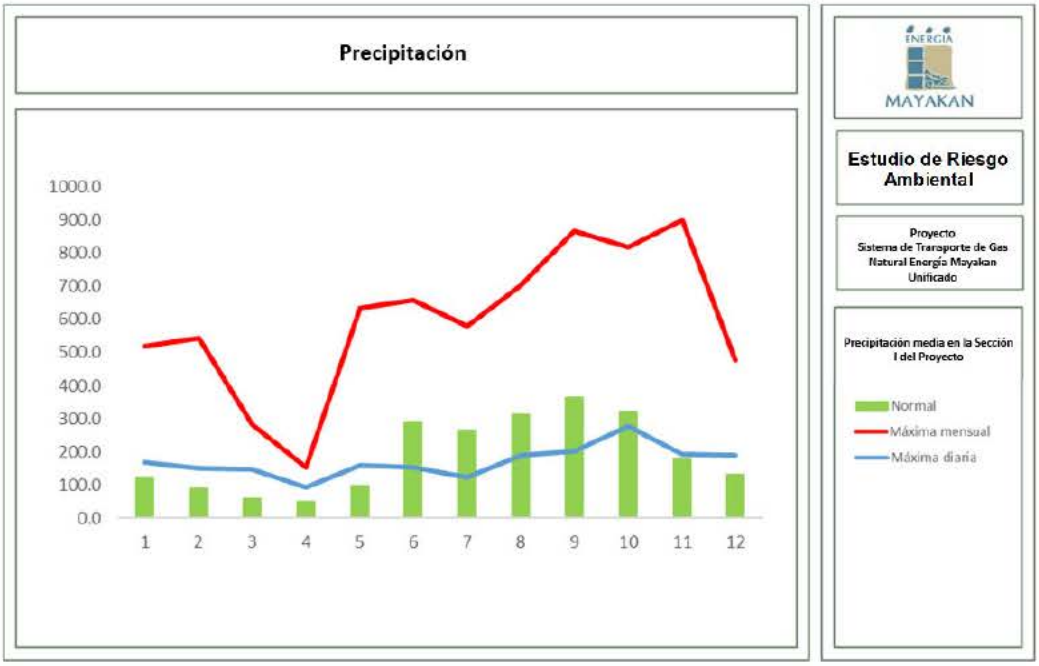
Sección I.

La precipitación del mes más lluvioso registrada en las dos estaciones ubicadas en la Sección I se presenta en septiembre con una media de 363.0 mm y la precipitación del mes más seco ocurre en abril con una media de 50.2 mm, tal como se observa en la tabla y figuras siguientes.

Tabla 8. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en las estaciones climáticas de la Sección I del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Chiapas	I	7153	Máxima mensual	710.0	865.0	410 0	220.0	1016.0	857.0	623.0	710.0	1028 0	978.0	1506.0	654.0	
			Normal	161.7	122.3	75.2	63.6	106.0	278.0	242.5	279.4	365.6	394.1	263.0	191.4	**2542.8**
			Máxima diaria	180.0	230.0	155 0	120.5	200.0	180.0	125.0	250.0	200.0	255.0	260.0	200.0	
		7138	Máxima mensual	329.5	224.2	159.7	85.3	252.2	458.8	535.3	694.7	707.6	656.9	293.6	297.7	
			Normal	82.6	58.1	42.4	36.7	91.2	300.2	288.3	347.4	360.3	248.5	94.6	72.5	**2022.8**
			Máxima diaria	160.3	73.8	139 5	65.0	121.5	127.2	120.0	132.5	202.8	300.4	128.4	178.5	
Promedio			Máxima mensual	519.8	544.6	284 9	152.7	634.1	657.9	579.2	702.4	867.8	817.5	899.8	475.9	
			Normal	122.2	90.2	58.8	50.2	98.6	289.1	265.4	313.4	363.0	321.3	178.8	132.0	**2282.8**
			Máxima diaria	170.2	151.9	147 3	92.8	160.8	153.6	122.5	191.3	201.4	277.7	194.2	189.3	

Figura 8. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección I.



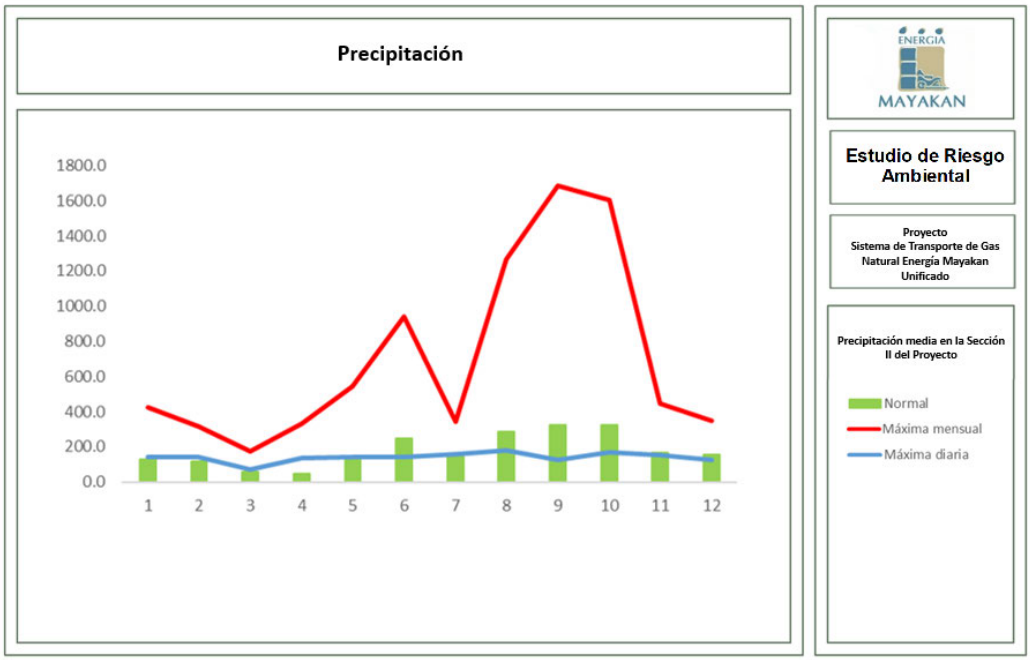
Sección II.

La precipitación del mes más lluvioso registrada en la estación de la Sección II se presenta en octubre con una media de 324.2 mm y la precipitación del mes más seco ocurre en abril con una media de 49.2 mm, tal como se observa en la tabla y figuras siguientes.

Tabla 9. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección II del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Tabasco	II	27071	Máxima mensual	425.0	316.0	177.5	332.2	543.5	944.0	344.0	1,266.0	1,685.0	1,603.0	444.1	350.7	
			Normal	130.5	116.1	60.3	49.2	141.1	248.4	160.5	288.4	323.2	324.2	167.6	157.0	**2166.5**
			Máxima diaria	141.0	140.1	72.0	135.0	142.0	144.0	160.0	180.0	125.0	170.0	155.4	126.0	
Promedio			Máxima mensual	425.0	316.0	177.5	332.2	543.5	944.0	344.0	1266.0	1685.0	1603.0	444.1	350.7	
			Normal	130.5	116.1	60.3	49.2	141.1	248.4	160.5	288.4	323.2	324.2	167.6	157.0	**2166.5**
			Máxima diaria	141.0	140.1	72.0	135.0	142.0	144.0	160.0	180.0	125.0	170.0	155.4	126.0	

Figura 9. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección II.



Sección III.

La precipitación del mes más lluvioso registrada en las 11 estaciones de la Sección III se presenta en septiembre con una media de 283.7 mm y la precipitación del mes más seco ocurre en abril con una media de 35.7 mm, tal como se observa en la tabla y figuras siguientes.

Figura 10. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección III.

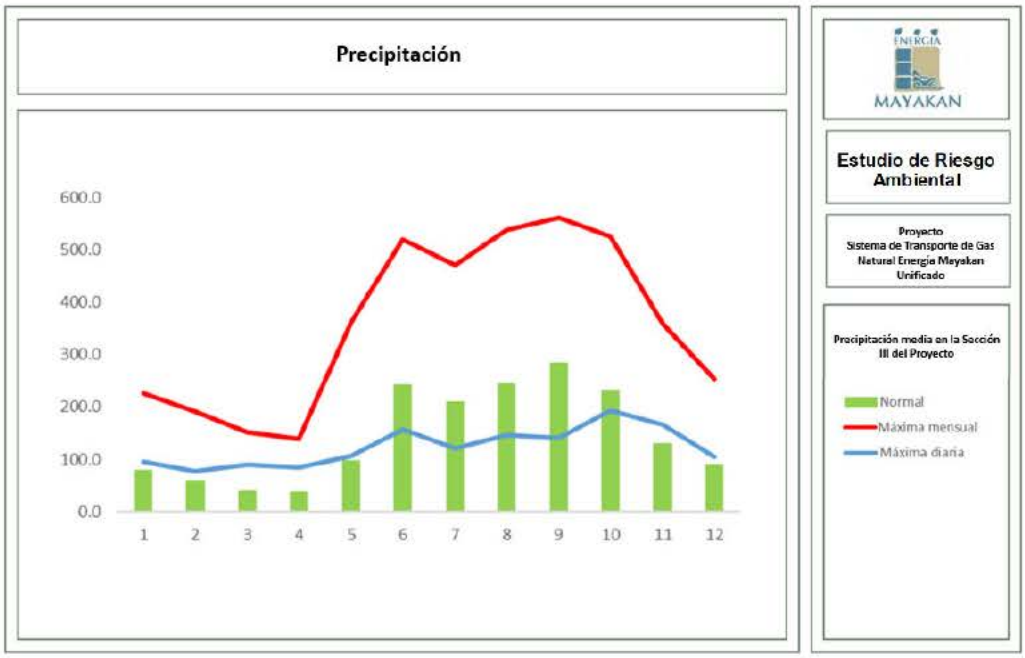


Tabla 10. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección III del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Tabasco	III	27048	Máxima mensual	262.1	344.2	330.0	234	484.4	549.7	400.6	642 6	726.2	896.4	445.5	474.3	
			Normal	132.5	118.1	76.3	56 9	119 9	268.8	162.0	243.1	381.0	314.7	172.9	167.0	**2213.2**
			Máxima diaria	120.4	107.0	287.5	183	140 2	300.0	115.9	144 5	183.9	318.5	167.6	200.8	
		27012	Máxima mensual	268.8	214.6	151.3	111	315 6	742.4	502.2	694 5	735.0	618.2	340.2	397.2	
			Normal	99 2	83.6	44.5	49.1	121 3	269.4	191.7	228	336.2	300.3	183.1	136.1	**2042.5**
			Máxima diaria	171.5	84.2	62.0	71 0	151 0	340.0	140.0	214 0	229.3	208.0	155.5	139.3	
Chiapas		7022	Máxima mensual	324.9	240.4	227.1	258	404 3	624.9	503.8	752 9	699.6	581.9	382.9	370.6	
			Normal	117.9	78.1	64.3	61 8	124.1	264.9	177.6	228 9	337.3	265.2	175.8	124.2	**2020.1**
			Máxima diaria	92 2	87.8	110.4	143	115 9	213.5	195.5	195 8	147.5	192.4	152.0	150.0	
		7126	Máxima mensual	315.0	301.0	160.0	187.0	357 0	657.5	389.0	390 0	651.0	573.0	401.5	376.0	
			Normal	146.1	100.6	74.2	73 8	111.7	353.7	189.1	259 6	409.7	301.5	181.8	154.0	**2355.8**
			Máxima diaria	240.0	84.0	95.0	108.0	160 0	136.0	193.0	110 0	140.0	150.0	145.0	155.0	
Campeche		4056	Máxima mensual	437.0	151.6	127.4	136.0	257 0	437.9	441.0	400 0	453.0	545.0	314.0	186.0	
			Normal	83 2	43.9	38.1	27 8	68.5	189.2	211.3	215 9	211.7	165.0	98 3	61.1	**1414.0**
			Máxima diaria	65 0	70.9	52.0	40 0	78.0	70.0	71 0	85.0	75.0	120.0	80 0	50.0	

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
		4079	Máxima mensual	230.0	236.0	95.0	96.7	227 0	468.0	462.0	353 0	599.5	509.0	603.0	306.0	
			Normal	80.1	80.8	38.8	22 0	93.1	250.9	206.4	209 9	267.3	314.5	173.7	110.7	**1848.2**
			Máxima diaria	60 0	170.0	80.0	49.4	60.0	68.0	73 0	95.0	223.0	150.0	181.1	100.0	
		4083	Máxima mensual	107.0	73.1	35.3	71.7	286.7	479.8	555.4	473 5	304.5	418.3	411.1	193.3	
			Normal	32 5	20.3	7.9	14 5	108 8	253.6	226.9	276 0	197.0	211.2	129.2	57.9	**1535.8**
			Máxima diaria	56 0	34.0	17.0	52 2	79.1	114.0	126.0	171 0	90.3	260.6	328.0	80.5	
		4057	Máxima mensual	167.0	164.5	103.0	84 0	334.4	390.0	523.8	613 9	498.9	386.2	386.0	155.0	
			Normal	44 8	28.4	22.4	20 2	80.6	194.6	222.7	257.7	210.2	161.0	87 6	48.2	**1378.4**
			Máxima diaria	85 2	60.2	45.0	72 5	102 0	134.0	89 0	135 0	105.0	240.0	320.0	84.0	
		4030	Máxima mensual	156.9	152.5	152.6	143.8	507 2	485.3	508.0	456 0	616.0	448.0	247.1	148.0	
			Normal	40	26.3	20.3	29 2	82.9	212.4	256.0	258 5	280.0	187.3	79.4	45.6	**1517.9**
			Máxima diaria	72 3	65.0	75.0	80 9	111.4	128.0	110.0	160 0	144.0	220.0	88.1	86.8	
		4054	Máxima mensual	111.5	181.0	165.0	98.1	439 5	452.5	432.4	516 0	394.8	370.5	212.6	88.0	
			Normal	34 3	35.9	20.6	19.1	74.5	206.6	218.9	233 9	229.9	179.5	79 6	37.1	**1369.9**
			Máxima diaria	40.4	65.0	105.0	70 0	90.3	100.8	100.0	170 0	110.0	160.2	120.0	60.4	
		4026	Máxima mensual	103.9	51.1	115.1	107.7	370 8	432.6	448.0	611 8	491.2	426.5	205.4	84.9	
			Normal	39 9	17.3	22.2	18 5	70.0	181.5	230.4	253.7	260.1	140.4	57 6	29.1	**1320.7**
			Máxima diaria	53 0	31.5	60.5	60 0	90.0	119.0	121.0	128 2	104.5	100	95 5	40.6	
Promedio			Máxima mensual	225.8	191.8	151.1	138.9	362 2	520.1	469.7	536.7	560.9	524.8	359.0	252.7	
			Normal	77 3	57.6	39.1	35.7	95.9	240.5	208.5	242 3	283.7	231.0	129.0	88.3	**1728.8**
			Máxima diaria	96 0	78.1	89.9	84 6	107.1	156.7	121.3	146 2	141.1	192.7	166.6	104.3	

Sección IV.

La precipitación del mes más lluvioso registrada en las 21 estaciones de la Sección IV se presenta en septiembre con una media de 209.9 mm y la precipitación del mes más seco ocurre en marzo con una media de 18.4 mm, tal como se observa en la tabla y figuras siguientes.

Figura 11. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección IV.

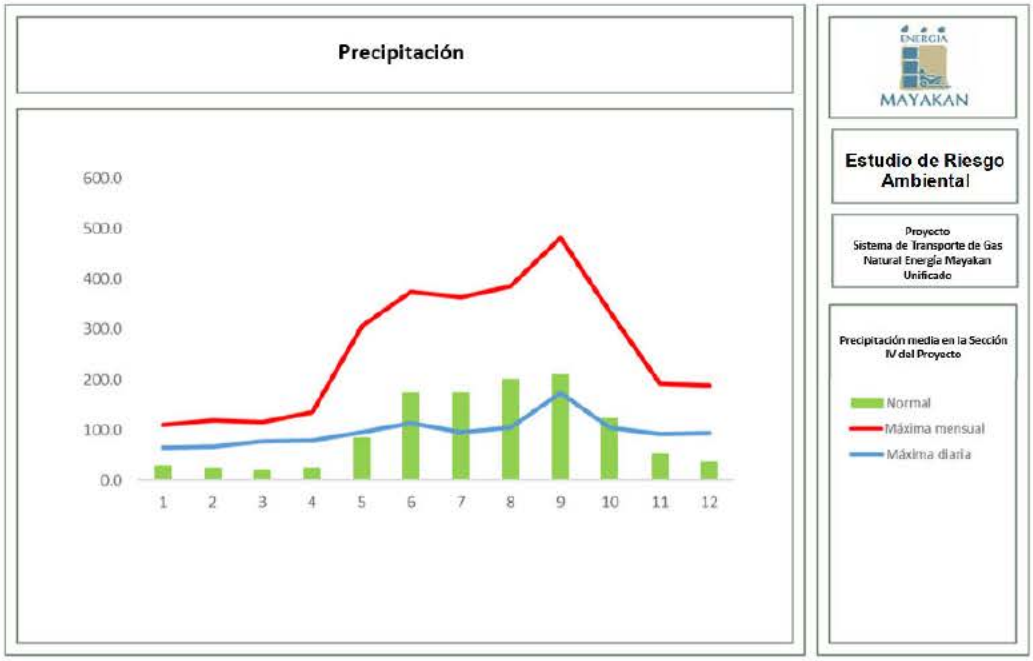


Tabla 11. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección IV del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Campeche	IV	4052	Máxima mensual	112.1	113 0	64.6	51.2	385.1	428.1	311.4	418.1	448.00	289 5	146.0	130.2	
			Normal	30 5	25.7	14.7	14.4	80.7	230.9	190.5	255	248 3	142 6	60.2	28.8	**1322.3**
			Máxima diaria	58 2	63.5	50.0	48.5	72 5	180.0	93.5	95 0	94.8	68.0	100.8	65.1	
		4008	Máxima mensual	72 0	100 0	169.0	82.0	270.0	436.0	576.0	552	460 6	301 0	252.0	159.1	
			Normal	17.4	20.5	22.6	10.4	47.7	175.3	217.7	237.7	230 6	113.4	47.2	34.6	**1175.1**
			Máxima diaria	45 0	100 0	87.0	74.0	76 0	110.0	80.0	93 0	95.0	93.0	100.0	125.0	
		4072	Máxima mensual	141.0	173 5	48.0	97.4	340.6	507.0	320.1	511.5	426.7	388 5	298.0	134.1	
			Normal	27 8	22.4	14.9	16.9	72 6	216.7	190.9	249.6	205 0	151.1	71.6	35.2	**1274.7**
			Máxima diaria	69 5	125 0	37.0	41.5	84 0	151.0	146.2	180.0	93.0	90.0	235.0	87.0	
		4068	Máxima mensual	111.5	111 0	116.5	80.2	289.6	376.0	399.1	397.1	409.4	365 9	149.2	106.2	
			Normal	34 6	25.9	19.2	17.7	69 0	187.6	210.2	228.3	218 3	138 0	53.6	32.6	**1235.0**
			Máxima diaria	100.0	106 0	65.6	55.2	61 3	90.2	139.7	112.8	195 0	94.0	85.6	65.9	
		4038	Máxima mensual	127.4	101 6	65.6	97.5	369.0	384.8	482.1	336.2	576.1	319 8	159.0	95.5	
			Normal	25 8	15.8	12.4	13.0	53 9	162.0	181.3	188.2	197 6	110 2	41.0	25.0	**1026.2**
			Máxima diaria	75 2	55.0	57.2	70.6	110.2	104.4	98.3	101.5	254 3	89.2	63.0	64.6	

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
		4053	Máxima mensual	126.8	167 5	376.5	456.0	350.9	391.9	348.5	318.6	556 8	250 3	128.2	661.2	
			Normal	27 9	23.7	27.0	27.0	71 9	193.4	181.9	208.7	208 5	121 6	47.7	58.6	**1197.9**
			Máxima diaria	95 0	84.5	342.0	256.0	75 0	128.0	153.0	88 9	228.4	92.0	86.3	190.0	
		4059	Máxima mensual	102.6	91.3	78.0	88.5	354.9	315.7	308.0	507.1	436 3	285 0	178.2	112.5	
			Normal	29 8	30.1	16.5	25.1	99 2	169.8	177.4	213.4	227.7	133.7	52.8	33.0	**1208.5**
			Máxima diaria	53 5	62.0	72.5	58.5	103.5	100.0	83.6	180.0	125 0	126 5	80.0	61.4	
		4075	Máxima mensual	76 0	132 0	77.0	166.0	155.2	325.5	304.0	322.1	361 5	357 5	176.5	88.0	
			Normal	25.4	24.4	16.8	33.2	77 5	153.0	167.3	198.7	200.4	136 3	45.1	27.9	**1106.0**
			Máxima diaria	43 5	55.0	40.0	67.0	55 0	100.0	69.0	75 0	95.0	100 0	60.0	45.0	
		4032	Máxima mensual	77 2	42.5	82.5	102.0	290.5	321.5	306.3	331.0	589 5	227 0	140.0	117.5	
			Normal	21.7	8.9	13.4	20.7	88 3	161.0	145.0	174.6	219 9	102 9	41.5	29.4	**1027.3**
			Máxima diaria	53 5	42.5	67.5	63.0	89 5	101.5	118.0	75 5	78.5	74.0	68.5	52.0	
		4085	Máxima mensual	65 5	212.1	105.2	111.0	241.7	455.1	268.4	354.3	443 2	362 3	178.7	118.9	
			Normal	17.7	47.8	23.6	31.6	123.4	233.0	183.5	214.5	219.7	146 8	50.0	29.0	**1320.6**
			Máxima diaria	65 5	76.4	105.2	111.0	142.8	193.4	66.5	108.4	142 0	123.7	100.8	82.4	
		4011	Máxima mensual	91 0	78.0	131.5	205.0	526.0	389.0	392.0	385.5	451 0	336 5	183.5	709.0	
			Normal	19 9	21.6	16.5	31.7	126.5	169.2	182.3	184.8	206 9	102.4	52.8	47.0	**1161.6**
			Máxima diaria	55 0	46.0	57.5	75.0	263.0	95.0	125.0	110.0	293 0	85.0	83.0	250.0	
		4043	Máxima mensual	99 0	146 0	91.0	102.0	281.0	387.5	277.5	335.0	492 0	380 0	160.0	89.8	
			Normal	34 8	24.4	17.5	35.2	109.4	188.1	171.8	193.2	230 9	134 2	54.5	28.6	**1222.6**
			Máxima diaria	95 0	58.0	58.0	95.0	95 0	105.0	91.0	118.0	250 5	122 0	71.0	54.0	
		4070	Máxima mensual	169.5	227 0	115.0	120.0	204.0	422.0	338.5	375.0	456 5	352 6	235.0	245.0	
			Normal	37.7	27.1	23.6	26.3	76 9	156.5	147.3	184.6	186.1	107.1	53.9	42.7	**1069.8**
			Máxima diaria	70 0	85.3	53.0	75.0	58 0	85.4	65.0	142.0	250.4	110 5	62.0	96.0	
		4002	Máxima mensual	61 0	58.0	114.0	85.0	270.5	324.5	387.0	262.5	389 0	254 5	178.0	117.0	
			Normal	16.7	14.8	14.3	19.4	94 2	136.8	149.1	153.1	199 5	93.0	43.3	27.3	**961.5**
			Máxima diaria	57 5	48.0	64.0	62.5	133.5	90.0	143.0	96 0	85.0	78.0	106.0	89.5	
		4067	Máxima mensual	95 0	118 0	88.0	167.0	209.0	381.0	327.5	412.0	549 0	281 0	230.0	199.9	
			Normal	35 0	23.6	19.1	31.0	72.1	157.9	162.1	185.5	215.4	119 8	61.3	41.7	**1124.5**
			Máxima diaria	49 0	65.0	68.0	90.0	75 0	138.0	72.5	102.0	200 0	123 0	76.4	89.9	
		4065	Máxima mensual	75 3	78.5	129.0	146.2	318.5	325.0	484.0	312.5	488 0	284 0	185.0	135.0	
			Normal	32.7	15.8	24.3	25.8	75 5	174.1	195.1	217.0	201.4	93.4	68.0	37.8	**1160.9**
			Máxima diaria	35 6	30.4	98.0	38.0	70 0	115.0	71.4	70 5	280 0	117 2	84.0	88.3	

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
		4064	Máxima mensual	256.6	130 3	112.0	149.0	565.0	401.1	635.0	660.0	688 0	498 5	312.3	150.5	
			Normal	37.7	31.9	21.7	31.2	109.0	201.0	208.9	246.5	302 9	173.4	70.1	43.3	**1477.6**
			Máxima diaria	68 3	95.0	63.0	90.0	90 0	90.0	83.0	82 0	240.1	99.0	92.0	92.0	
Yucatán		31058	Máxima mensual	94 0	109 0	167.2	74.0	151.6	264.5	270.1	351.0	551.7	270 0	126.3	82.0	
			Normal	21 8	26.0	19.3	23.9	52.7	143.3	123.0	195.7	194 2	122 9	41.4	28.3	**992.5**
			Máxima diaria	48 0	60.0	66.0	71.0	60 0	75.0	66.0	85 0	134 5	80.0	63.0	67.1	
		31018	Máxima mensual	136.0	115.7	80.0	228.6	286.0	338.0	330.0	306.1	409 0	457 8	193.5	175.5	
			Normal	28 8	28.6	16.9	25.3	114.8	169.0	162.8	169.6	192 8	118.4	49.0	40.1	**1116.1**
			Máxima diaria	106.5	48.0	80.0	90.0	116.0	160.0	98.0	110.0	164 0	110 0	77.5	135.0	
		31077	Máxima mensual	113.4	86.7	84.2	64.5	265.6	234.7	336.0	271.4	447 2	429 0	184.2	135.8	
			Normal	22.1	14.2	8.7	10.1	51 2	108.6	127.1	118.0	123 9	92.2	25.5	25.1	**726.7**
			Máxima diaria	65 2	50.8	50.0	35.7	100.0	73.8	83.0	94 5	150 6	206.4	152.0	60.0	
		31090	Máxima mensual	108.1	97.7	132.0	192.7	289.6	465.4	235.8	385.7	471 3	336 2	226.0	183.8	
			Normal	32 3	26.3	23.1	35.2	81 2	153.0	142.4	171.7	177 0	127 9	39.3	39.0	**1048.4**
			Máxima diaria	46 3	47.8	65.8	98.4	65 3	106.5	70.2	101.2	183 0	120 0	78.7	98.0	
Promedio			Máxima mensual	110.0	118 5	115.6	136.5	305.4	375.0	363.7	385.9	481 0	334 6	191.4	187.9	
			Normal	27 5	23.8	18.4	24.1	83 2	173.3	172.3	199.4	209 9	122 9	50.9	35.0	**1140.8**
			Máxima diaria	64 5	66.9	78.4	79.3	95 0	113.9	96.0	105.8	173 0	104 8	91.7	93.2	

Sección V.

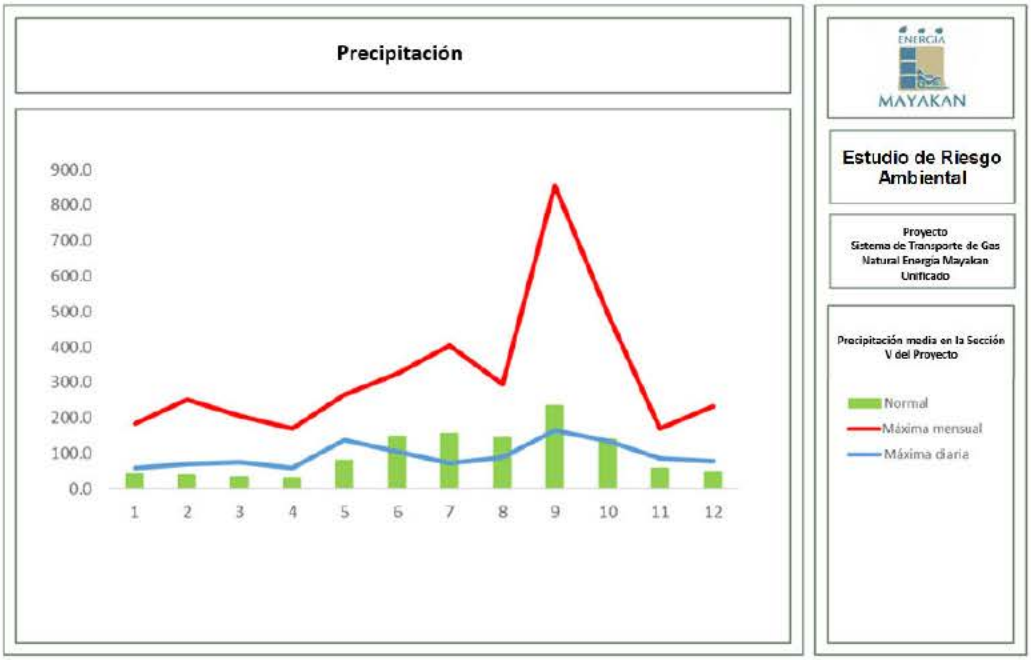
La precipitación del mes más lluvioso registrada en las 2 estaciones de la Sección V se presenta en septiembre con una media de 234.5 mm y la precipitación del mes más seco ocurre en abril con una media de 30.5 mm, tal como se observa en la tabla y figuras siguientes.

Tabla 12. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección V del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Yucatán	Sección V	31043	Máxima mensual	184.5	252.0	160.8	169.2	266.0	325.6	405.0	366.3	477.2	493.6	169.2	232.5	
			Normal	34.4	32.3	22.7	22.9	67.8	144.6	152.0	146.2	178.7	122.8	53.4	41.5	**1019.3**
			Máxima diaria	60.0	84.6	69 0	60.0	153.5	104.7	93.7	110.0	136.0	152.5	113.0	111.0	
		31019	Máxima mensual	184.5	252.0	160.8	169.2	266.0	322.8	405.0	223.7	1231.8	493.6	169.2	232.5	
			Normal	48.9	44.3	43 9	38.0	90.5	150.7	161.9	141.2	290.2	157.1	62 8	53.3	**1282.8**
			Máxima diaria	60.0	54.0	80 0	60.0	124.5	104.7	51.5	67.8	193.5	117.8	60 0	45.4	

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Promedio			Máxima mensual	184.5	252.0	206.4	169.2	266.0	324.2	405.0	295.0	854.5	493.6	169.2	232.5	
			Normal	41.7	38.3	33 3	30.5	79.2	147.7	157.0	143.7	234.5	140.0	58.1	47.4	**1151.1**
			Máxima diaria	60.0	69.3	74 5	60.0	139.0	104.7	72.6	88.9	164.8	135.2	86 5	78.2	

Figura 12. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección V.



Sección VI.

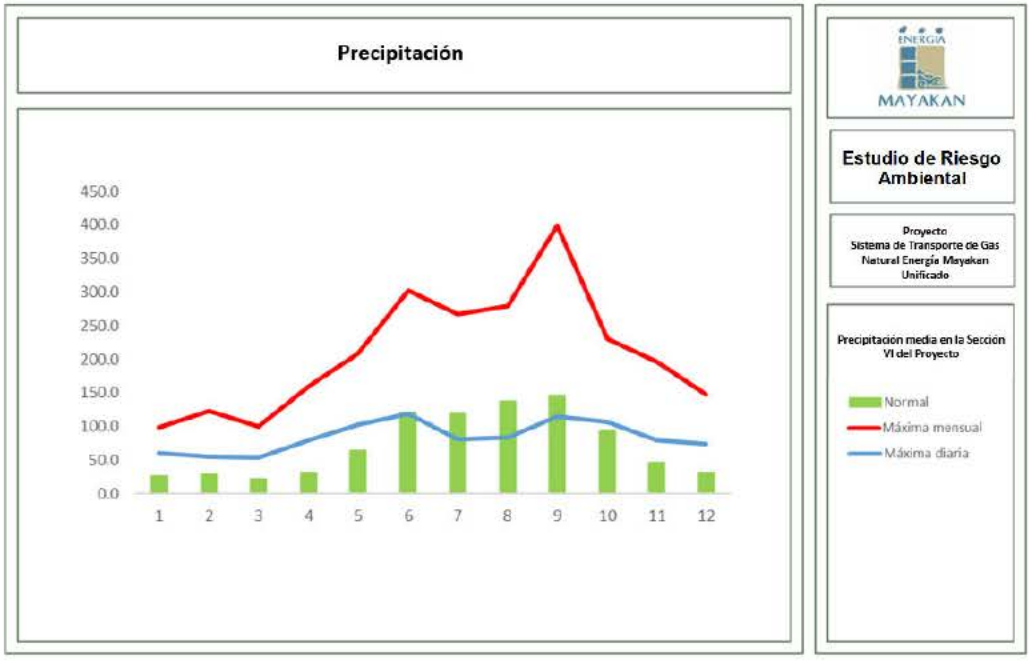
La precipitación del mes más lluvioso registrada en las 5 estaciones de la Sección VI se presenta en septiembre con una media de 145.5 mm y la precipitación del mes más seco ocurre en marzo con una media de 22.0 mm, tal como se observa en la tabla y figuras siguientes.

Tabla 13. Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria registrada en la estación climática de la Sección VI del Proyecto.

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
Yucatán	Sección VI	31041	Máxima mensual	46.6	130.9	86 9	132.4	135.0	248.3	219 8	325.3	363.3	200 6	127.1	110.4	
			Normal	13.1	38.4	25.7	32.5	63.8	145.5	148 0	184.7	167.8	89.6	33.1	24.5	**966.7**
			Máxima diaria	23.5	84.6	50 9	100.4	72.3	118.9	80.0	118.2	104.2	58.2	38.3	55.6	
		31070	Máxima mensual	115.5	71.3	84 8	96.3	264.5	281.5	264 5	311.7	438.8	269 0	387.8	263.5	
			Normal	33.9	28.9	20.7	26.7	67.9	101.1	119.7	156.2	147.2	100 9	75.6	37.7	**916.5**
			Máxima diaria	86.2	41.0	48.1	58.6	126.0	77 0	85.3	73.0	65 0	77.0	93.0	110.1	

Estado	Sección	Estación	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Media
		31071	Máxima mensual	83.0	107.5	167.7	249.2	272.6	383.7	341 8	402.0	521.0	299 0	258.0	165.5	
			Normal	28.1	25.4	21.4	31.8	52.9	137.1	130.7	146.7	175.2	106.7	54.8	48.8	959.6
			Máxima diaria	70.5	51.2	62 5	75.0	100.5	100.5	75.7	76.5	245.5	160 5	160.5	107.3	
		31011	Máxima mensual	164.9	194.0	147.7	305.8	347.1	415.7	377 6	330.3	395.0	333.7	227.0	207.5	
			Normal	39.1	39.7	29.4	49.9	110.7	180.1	159 6	160.8	189.7	137.4	51.7	41.6	1189.7
			Máxima diaria	103.7	63.0	90 2	105.8	149.5	220.0	120.4	120.0	165.0	215 0	90.0	102.0	
		31088	Máxima mensual	180.0	238.0	110.6	176.8	229.7	483.3	397.7	308.8	677.3	283 9	177.4	135.1	
			Normal	42.2	39.9	35 0	47.7	90.3	165.5	164 2	178.9	193.3	129 5	63.0	37.7	1187.2
			Máxima diaria	80.7	92.5	70.4	140.8	166.7	197.2	126 0	113.7	107.5	131 0	96.0	70.7	
Promedio			Máxima mensual	98.3	123.6	99 6	160.1	208.2	302.1	266 9	279.7	399.2	231 0	196.2	147.0	
			Normal	26.1	28.7	22 0	31.4	64.3	121.6	120.4	137.9	145.5	94.0	46.4	31.7	870.0
			Máxima diaria	60.8	55.4	53.7	80.1	102.5	118.9	81.2	83.6	114.5	107 0	79.6	74.3	

Figura 13. Comportamiento de la precipitación media registrada en las normales climatológicas de la Sección VI.



A.1.3. Vientos dominantes.

El viento es un elemento climatológico definido como el "aire en movimiento" y se describe por las características de velocidad y dirección. Debido a esto, se le considera como un vector de magnitud. La rosa de los vientos nos permite representar simultáneamente la relación que existe entre las características que componen el viento. La información de cada rosa de viento muestra la frecuencia de ocurrencia de los vientos en 16 sectores de dirección (E, ENE, NE, NNE, W, WNW, NW, NNW, ESE, SE, SSE, S, SSW, N, WSW, SW) y las clases de velocidad de viento para una localidad y periodo de tiempo dado.

Los datos de velocidad y dirección del viento provienen de las Estaciones Meteorológicas Automatizadas (**EMA**) más cercana al **proyecto**, siempre y cuando contaran con registros de este tipo. En este caso, se recabaron los datos de seis **EMAS**.

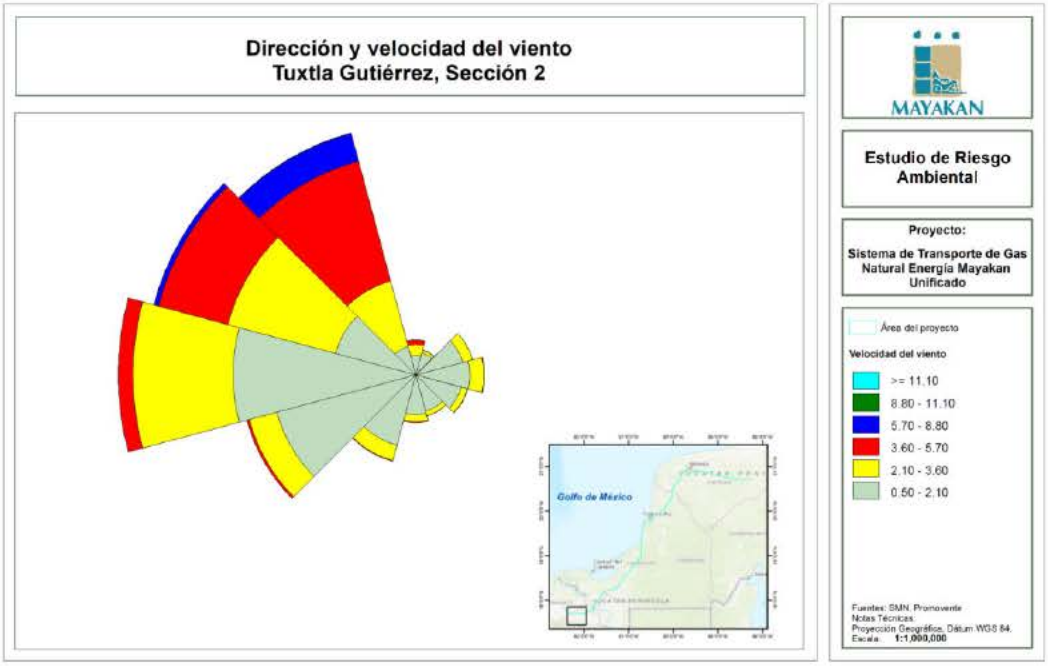
EMA Tuxtla Gutiérrez

Los datos registrados por la **EMA** Tuxtla Gutiérrez proporcionaron un promedio de velocidad del viento de 2.12 m/s y dirección del viento de 235.89°. Las velocidades registradas en esta EMA, son muy bajas, puesto que su máxima fue de 2.64 m/s y mínima de 1.63 m/s.

Tabla 14. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Tuxtla Gutiérrez.

Mes	Velocidad del Viento (m/s)	Dirección del Viento (°)
Enero	2.21	233.70
Febrero	2.50	243.30
Marzo	2.64	258.85
Abril	2.16	238.53
Mayo	2.14	231.45
Junio	1.80	216.93
Julio	1.63	214.42
Agosto	1.70	203.79
Septiembre	1.98	226.65
Octubre	2.03	249.86
Noviembre	2.44	267.79
Diciembre	2.16	241.36
Media	2.12	235.89

Figura 14. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Tuxtla Gutiérrez.



EMA Campeche

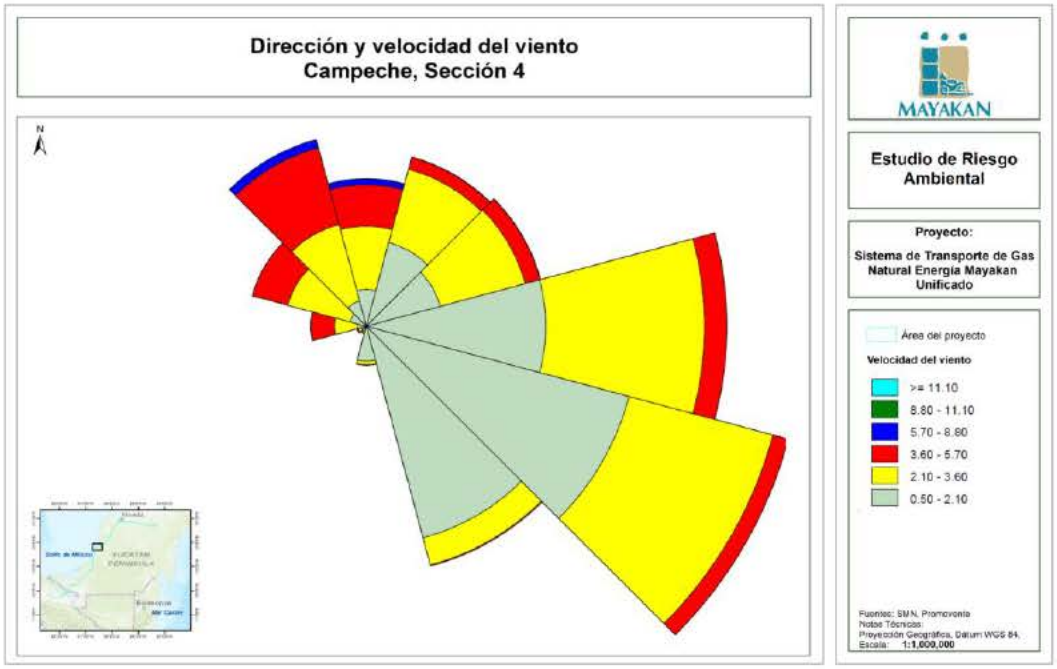
Con base en los datos registrados por la **EMA** Campeche, el viento en esta zona tiene una dirección promedio de 147.31°y la velocidad promedio es de 5.19 m/s. Los rangos de velocidad en los meses, no tienen mucha diferencia, sin embargo, marzo y abril presentan las velocidades más altas con promedios de 2.52 y 2.50, respectivamente. A su vez, los meses de julio y septiembre promediaron las velocidades más bajas con 1.67 y 1.62.

Tabla 15. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Campeche.

Mes	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento (°)
Enero	1.89	139.20
Febrero	2.35	152.22
Marzo	2.52	164.94
Abril	2.50	179.40
Mayo	2.44	154.86
Junio	2.07	123.81
Julio	1.67	126.45
Agosto	1.71	136.49
Septiembre	1.62	140.66
Octubre	2.12	170.54
Noviembre	2.26	139.87

Mes	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento (°)
Diciembre	1.76	135.84
Media	2.09	147.31

Figura 15. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Campeche.



EMA Escárcega

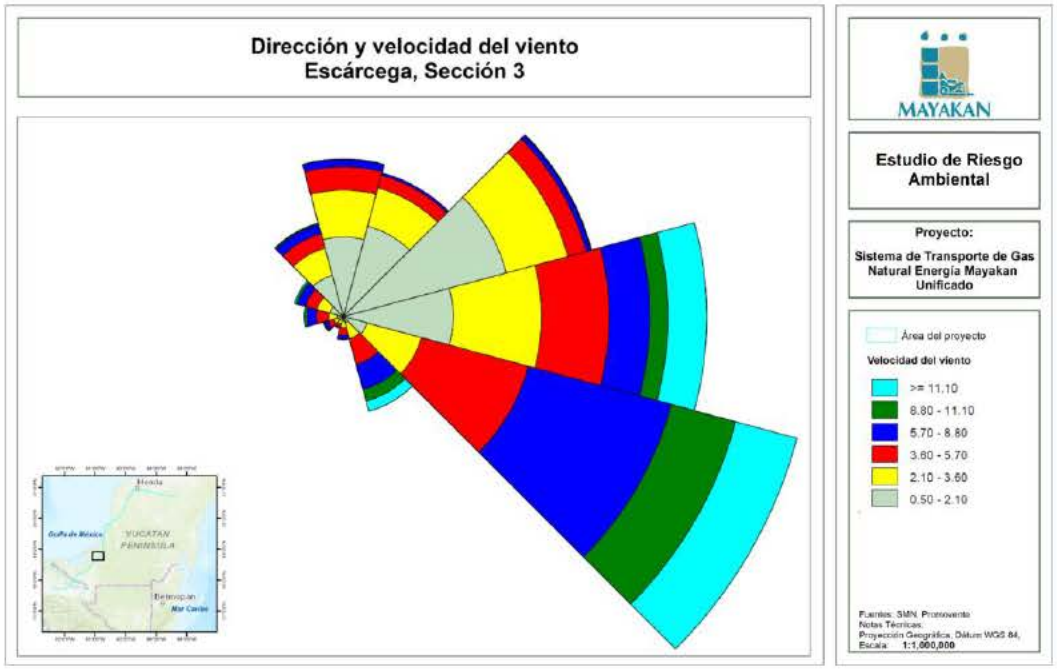
Los datos registrados por esta **EMA** demostraron que la velocidad promedio del viento es de 43.41 m/s y la media de la dirección del viento es de 85.55°. La presente estación meteorológica carecía de los datos para los meses de septiembre a diciembre, por lo que el promedio anual se obtuvo con ocho meses, en los cuales el mes con velocidad más alta se presentó en agosto con 125.53 m/s y la velocidad más baja ocurrió en enero con 3.05 m/s.

Tabla 16. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Escárcega.

Mes	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento (°)
Enero	3.05	115.00
Febrero	5.09	115.24
Marzo	7.86	118.59
Abril	7.08	138.00
Mayo	5.32	140.56
Junio	4.45	129.94
Julio	3.30	113.01
Agosto	125.53	2.17

Mes	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento (°)
Media	43.41	85.55

Figura 16. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Escárcega.



EMA Progreso

La velocidad promedio que se obtuvo de esta **EMA** a partir de los datos registrados fue de 3.93 y su dirección del viento predominante fue de 107.36°. La velocidad más alta registrada en esta **EMA** fue de 4.79 m/s en marzo y la más baja fue de 3.21 en diciembre.

Figura 17. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Progreso.

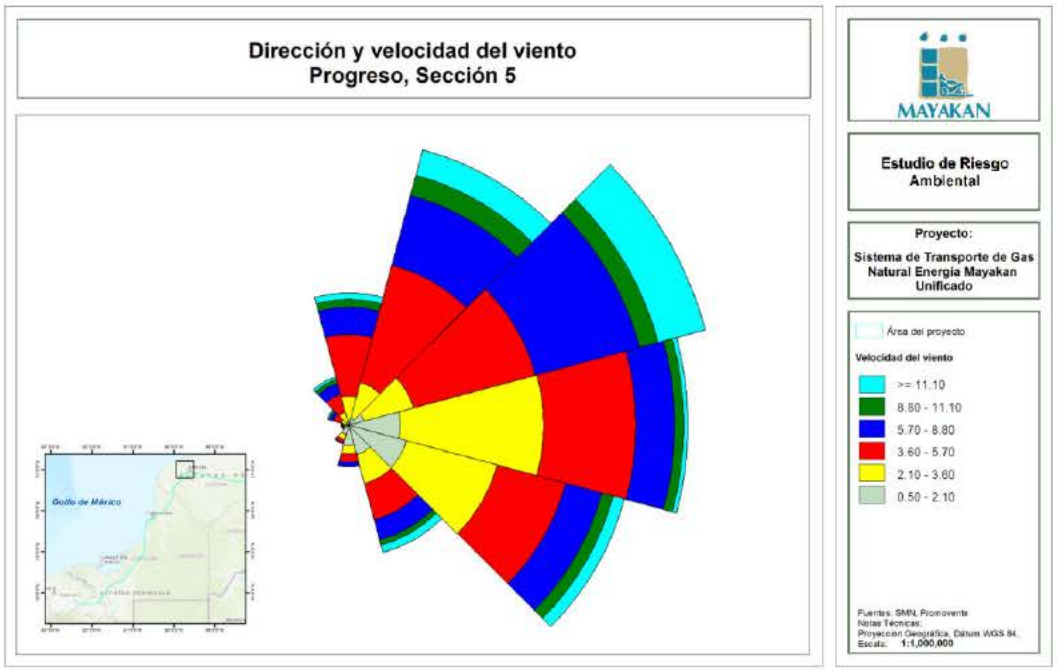


Tabla 17. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Progreso.

Mes	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento (°)
Enero	3.90	95.79
Febrero	4.42	111.90
Marzo	4.79	96.83
Abril	4.53	117.05
Mayo	4.35	87.10
Junio	4.22	101.10
Julio	3.73	93.60
Agosto	3.64	98.27
Septiembre	3.46	101.49
Octubre	3.29	108.14
Noviembre	3.82	82.51
Diciembre	3.21	158.63
Media	**3.93**	**107.36**

EMA Valladolid

Los datos recabados en esta **EMA** mostraron que la velocidad promedio es de 4.89 m/s, la velocidad más alta, se registró en diciembre con una velocidad de 7.88 m/s y la velocidad más baja fue en mayo con 3.03 m/s. La dirección promedio del viento en esta **EMA** es de 223.84°.

Figura 18. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Valladolid.

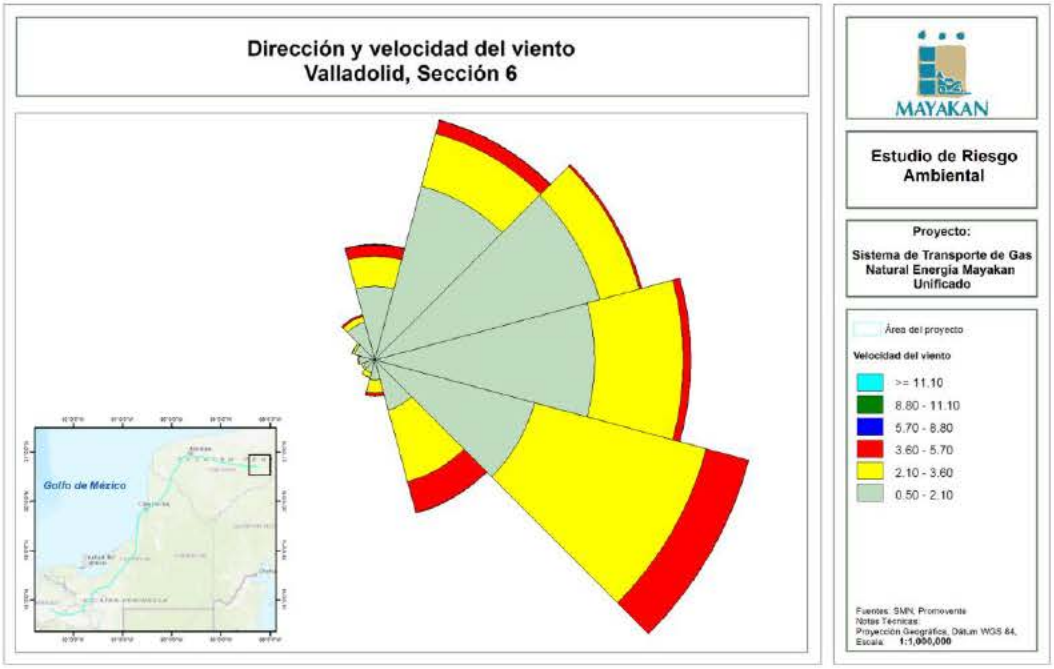


Tabla 18. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Valladolid.

Mes	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del Viento (°)
Marzo	3.96	213.85
Abril	4.25	246.79
Mayo	3.03	179.95
Junio	3.42	194.75
Julio	4.27	201.64
Agosto	5.70	226.84
Septiembre	7.47	224.89
Octubre	7.46	332.30
Diciembre	7.88	314
Media	**4.89**	**223.84**

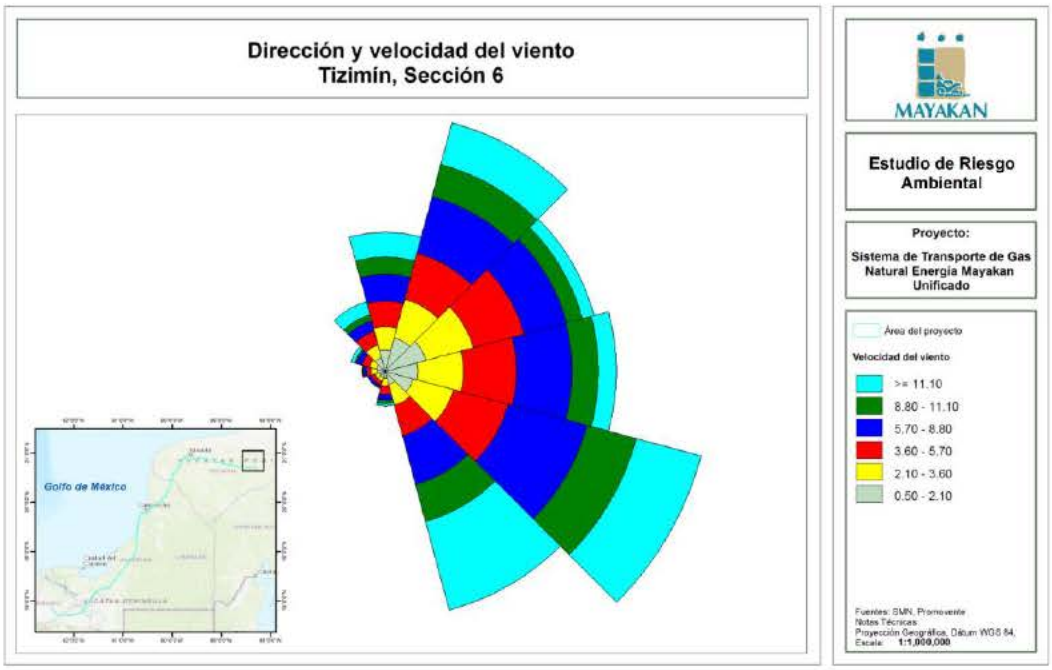
EMA Tizimín

Los datos registrados en la **EMA** Tizimín, promediaron una velocidad de 5.26 m/s y una dirección de 133.40°. La velocidad más alta fue de 8.38 y se registró en abril, a su vez, la velocidad más baja fue de 3.23 en septiembre.

Tabla 19. Velocidades medias y máximas de los vientos mensuales (m/s) en la estación EMA Tizimín.

Mes	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento (°)
Enero	4.77	129.14
Febrero	6.81	134.80
Marzo	7.29	122.44
Abril	8.38	140.28
Mayo	5.94	114.91
Junio	4.60	120.53
Julio	3.47	117.41
Agosto	3.67	132.81
Septiembre	3.23	147.58
Octubre	5.60	155.54
Noviembre	5.61	128.91
Diciembre	4.21	155.27
Media	5.26	133.40

Figura 19. Dirección de los vientos dominantes en la EMA Tizimín.

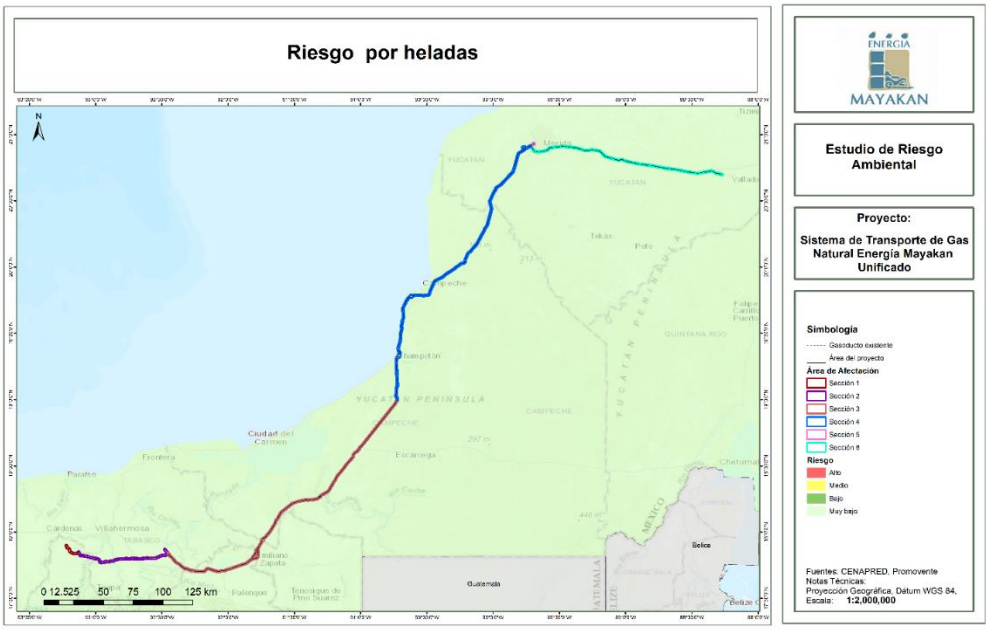


A.2. Fenómenos climatológicos.

A.2.1. Heladas.

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno es <0°C durante un tiempo mayor a cuatro horas. El área del **Proyecto** se clasifica por el Centro Nacional de Prevención de Desastres **(CENAPRED)** como una zona con riesgo muy bajo por ocurrencia de heladas; de igual manera en el **Proyecto** existe un riesgo muy bajo (**Figura 20**). El resultado de este grado de peligro está asociado a la trayectoria del **Proyecto** dentro del globo terráqueo, ya que su latitud coincide con la zona tropical, por lo que las probabilidades de bajas temperaturas son casi nulas.

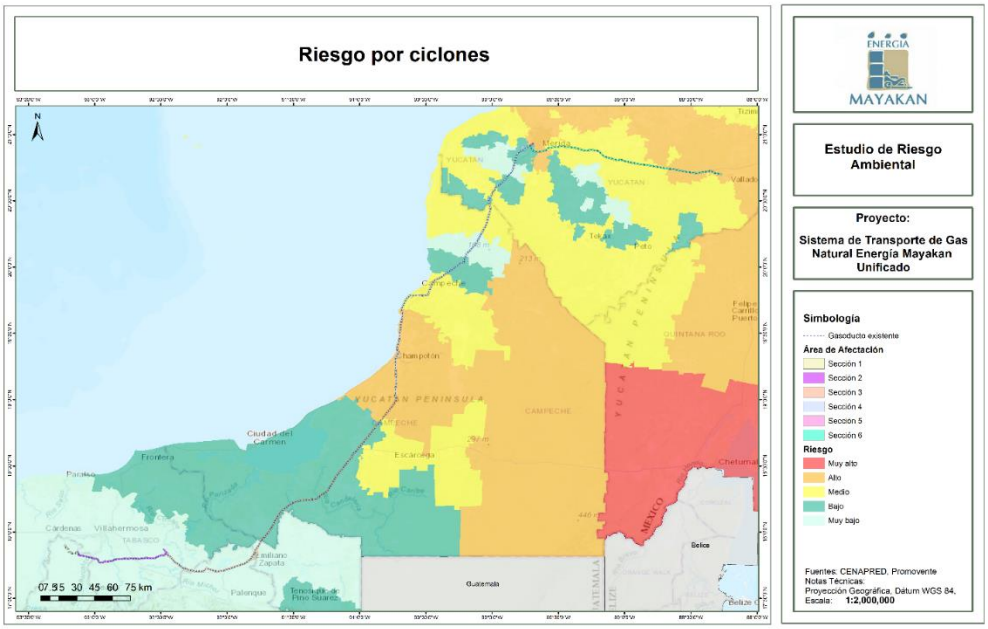
Figura 20. Riesgo por heladas en el área del Proyecto, por secciones.



A.2.2. Ciclones tropicales.

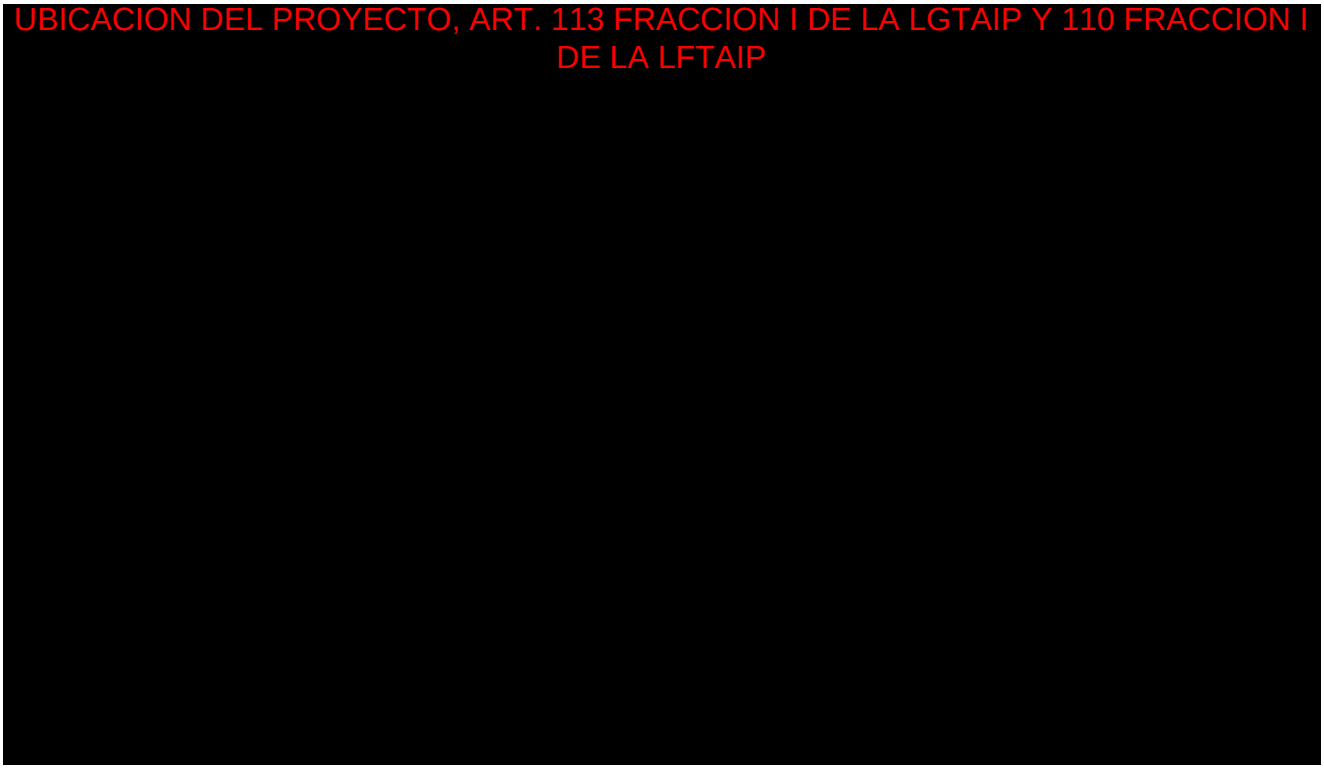
Un huracán tropical o ciclón consiste en un centro de muy bajas presiones, alrededor del cual los vientos soplan con velocidades que exceden de 118 km/h. De acuerdo con el **CENAPRED** y debido a la ubicación geográfica del **Proyecto,** aunado a sus dimensiones, el grado de riesgo por ocurrencia de un ciclón va desde muy bajo hasta un grado alto (**Figura 21**). A continuación, se hará un desglose de la situación para cada sección del **Proyecto**.

Figura 21. Riesgo por ciclones tropicales en el área del Proyecto, por secciones.



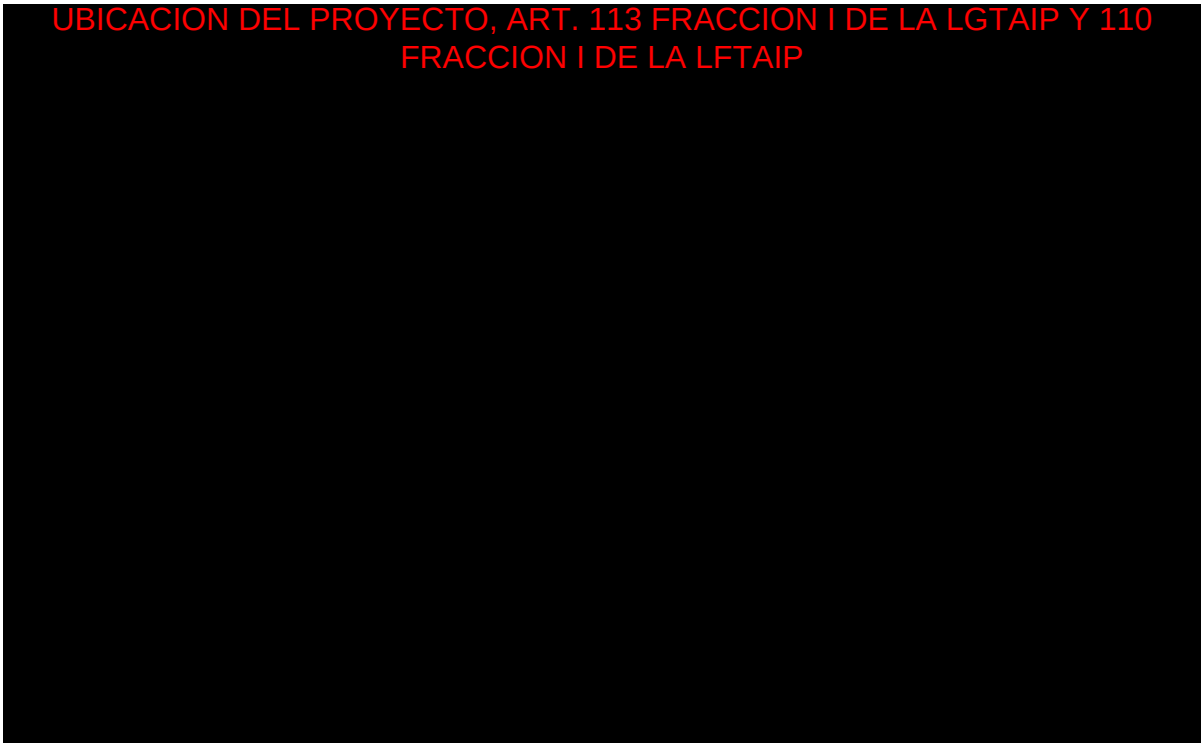
Sección I

Con base en el **CENAPRED,** el grado de riesgo por ciclones en la Sección I del **Proyecto** es muy bajo, ya que a pesar de que se ubica en la latitud asociada a la alta actividad de ciclones, en cuestiones de terreno, posee una barrera de kilómetros de distancia que evita la interacción directa con la trayectoria de la Corriente del Golfo y, en consecuencia, evita las afectaciones que pudiese tener (**Figura 22**).



Sección II.

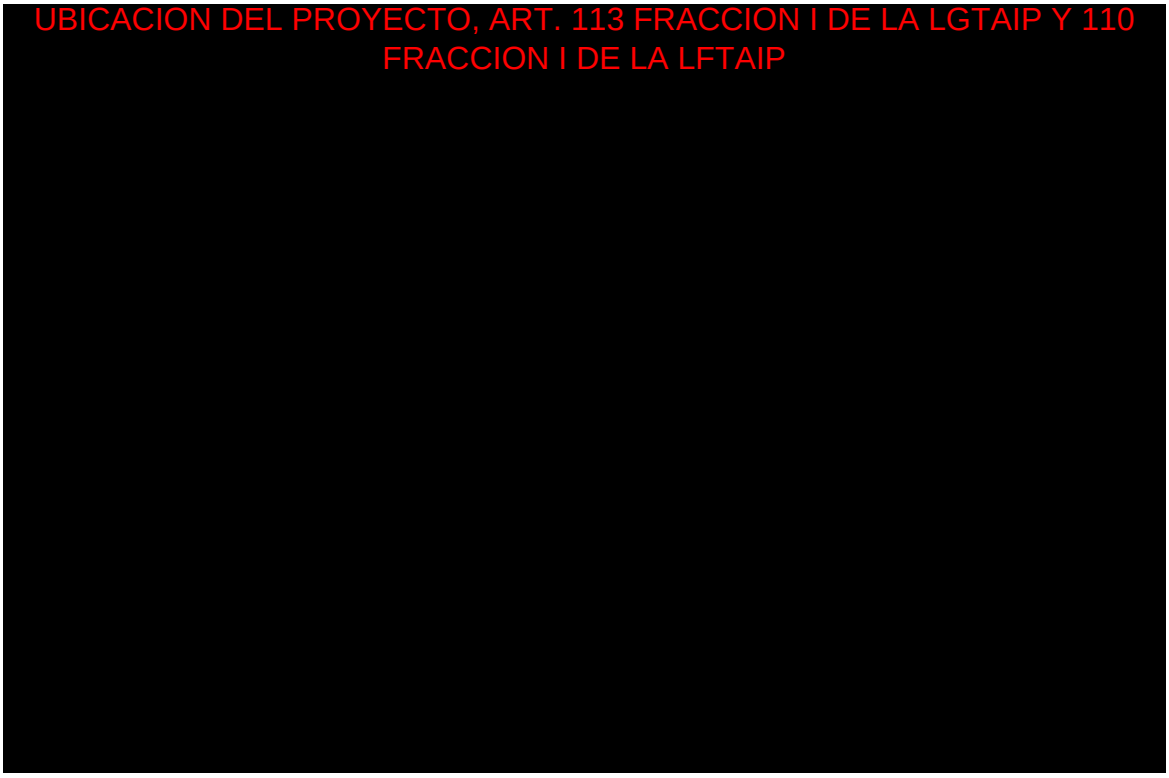
La Sección II del **Proyecto** comparte las condiciones de la Sección I en cuanto a su ubicación con respecto a la zona de interacción directa con la Corriente del Golfo, por lo cual el grado de riesgo por ocurrencia de ciclones es muy bajo.



Sección III.

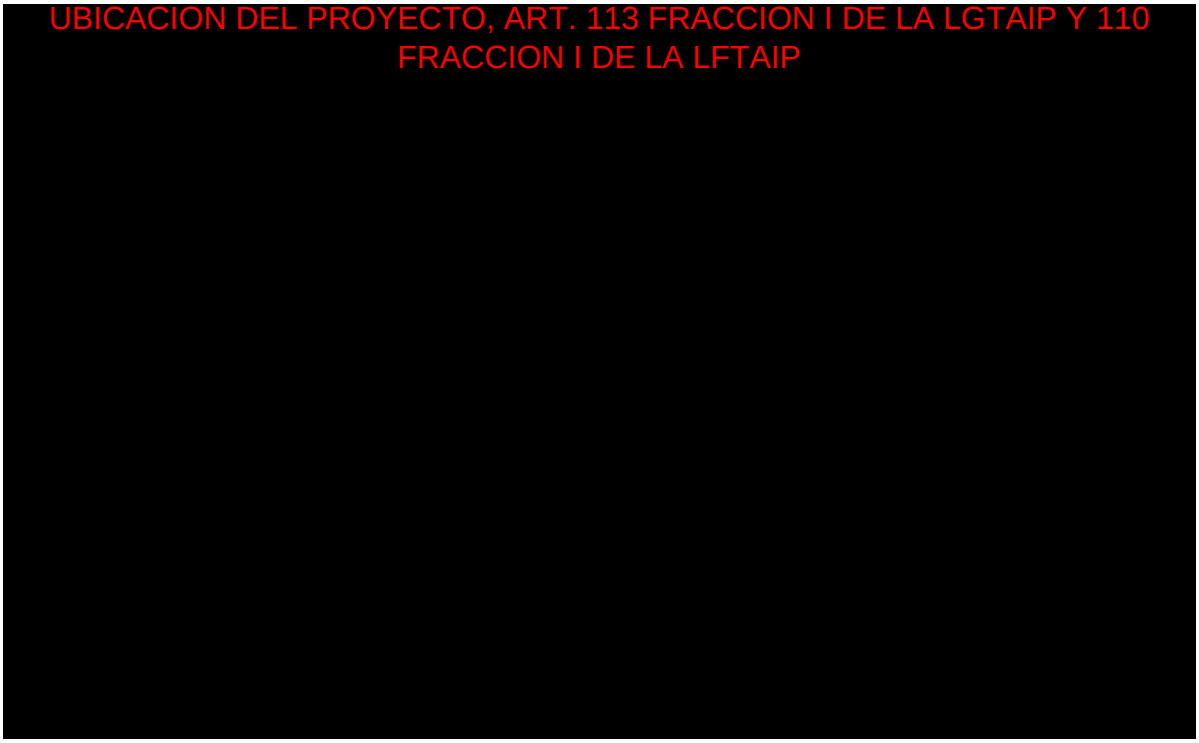
El tamaño de la Sección III y su cercanía al mar conforme avanza hacia el noreste, facilita la posibilidad de encontrar diferentes condiciones que favorezcan o disminuyan el riesgo por ciclones tropicales. Si se considera a los ciclones como una gran masa de aire con vientos fuertes, se asume que estará en constante movimiento y que, en el caso de la Península de Yucatán, su trayectoria obedece a la Corriente de Golfo.

El desplazamiento de los ciclones en la Península de Yucatán inicia en las costas de Quintana Roo para, posteriormente, continuar una trayectoria que delinea la península y que a su vez atenúa la intensidad de dicho fenómeno hidrometeorológico. La dirección de los vientos, en este caso, tiene un rumbo este – oeste, por lo cual, el grado de riesgo por ciclones es alto y medio hacia la península de Yucatán y disminuye a bajo y muy bajo conforme avanza al oeste (**Figura 24**).



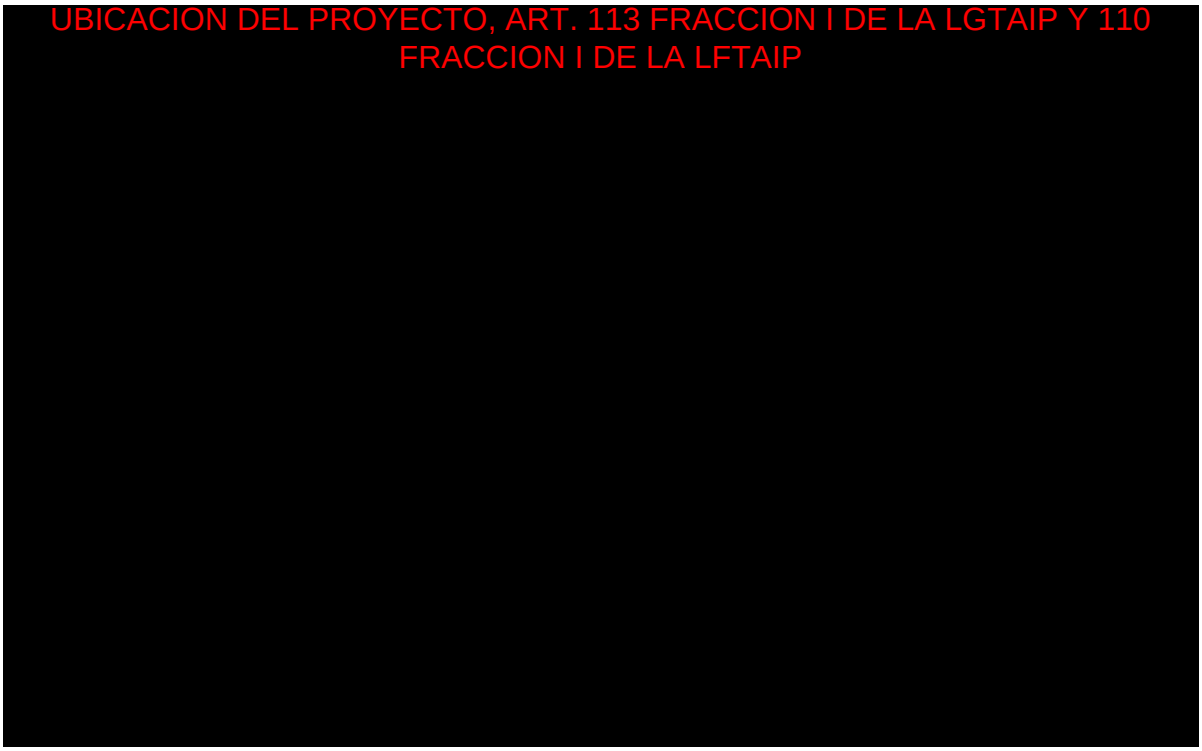
Sección IV.

La afectación por ciclones tropicales en la zona de Campeche y Yucatán es menor en comparación con Quintana Roo, ya que este estado es el primer afectado de toda la energía cinética acumulada en el fenómeno. Sin embargo, a lo largo de los dos estados mencionados al principio, el riesgo es muy variable y va desde alto en la zona de Campeche hacia medio conforme se acerca a Mérida. Asimismo, en ese transecto encontramos algunas áreas con riesgo que va de bajo a muy bajo (**Figura 25**).



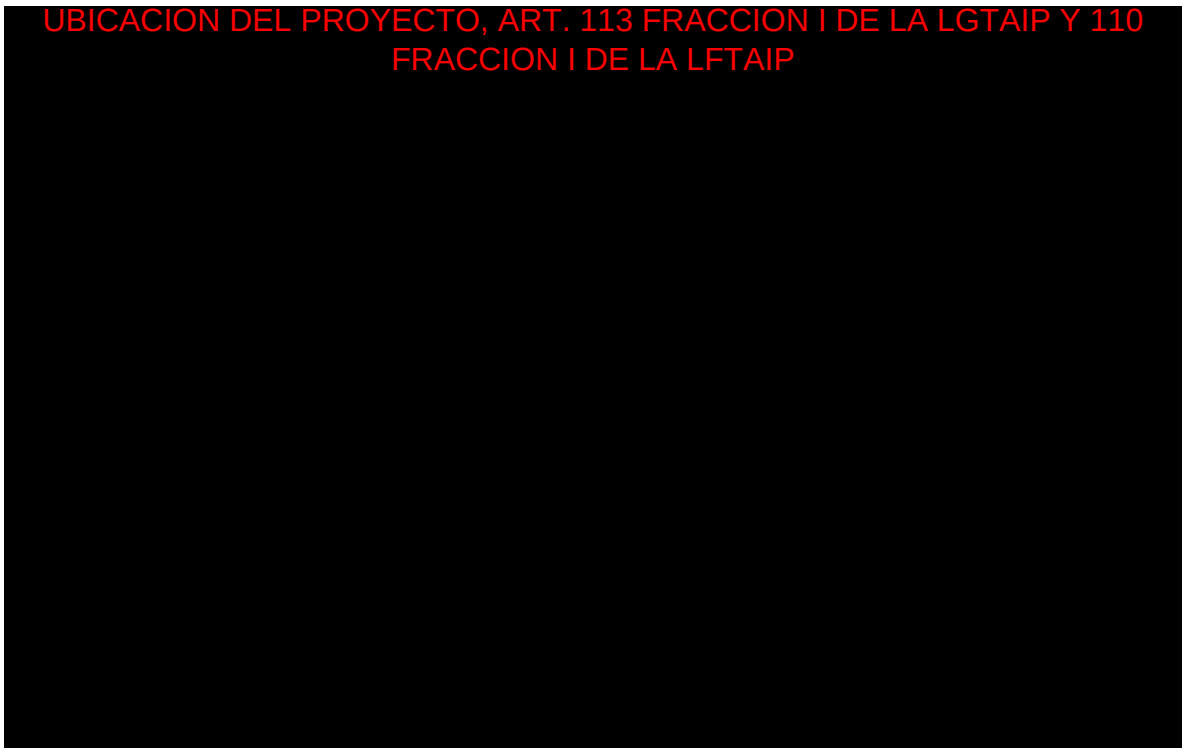
Sección V.

En esta sección se puede observar que, pese a su tamaño, en ella interactúan tres grados de riesgo en el que prepondera el grado de riesgo alto, seguido del riesgo medio y bajo (**Figura 26**). La explicación radica en el desplazamiento de los fuertes vientos de la zona y su atenuación con forme avanzan.



Sección VI.

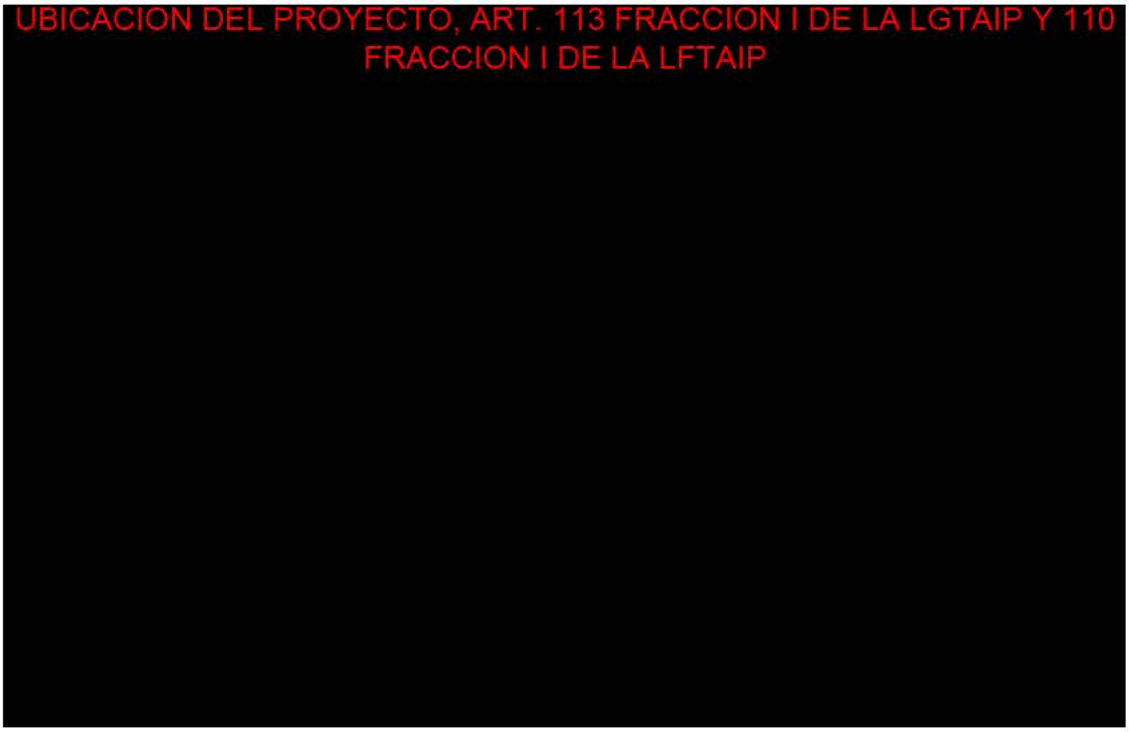
En esta sección, el grado de riesgo por ciclones tropicales disminuye conforme se avanza tierra adentro. Por lo tanto, se observa que, de norte a sur, disminuye el grado de riesgo de alto a medio, bajo y muy bajo (**Figura 27**).



A.2.3. Granizo.

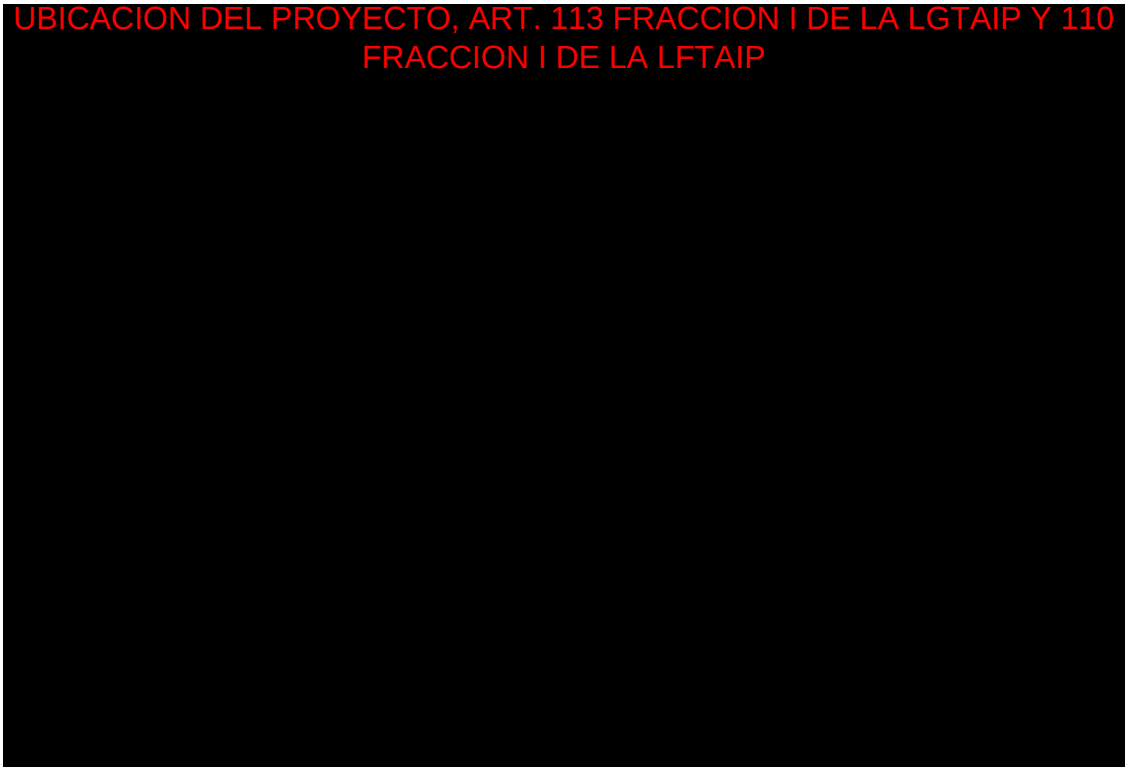
El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo *cumulonimbus* son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

De acuerdo con el **CENAPRED**, el **proyecto** se encuentra en una zona dónde el peligro está dentro de los rangos muy bajo y bajo, a excepción de la sección dos, en la cual una pequeña zona del **SAR**, coincide un grado de peligro medio (**Figura 28**)



Sección II.

En esta sección se observa que una pequeña área coincide con un grado de peligro medio (**Figura 29**). Esto se debe a la cercanía de esa área con las Sierras del norte de Chiapas, que inciden con la temperatura y presión en las nubes, situación que favorece la precipitación sólida.



A.2.4. Sequía.

La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (por ejemplo, la deforestación, agricultura y zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región.

Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto por sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

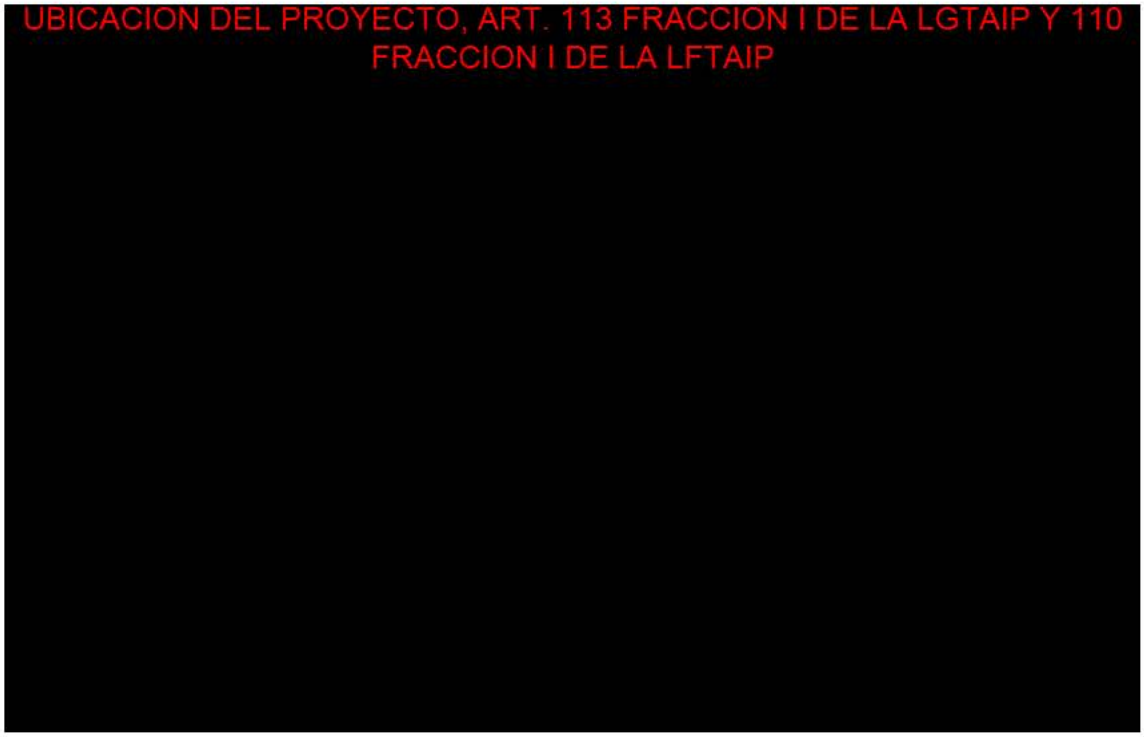
Dentro de las dimensiones del **Proyecto**, el peligro de sequía oscila en el grado de peligro medio a bajo (**Figura 30**).



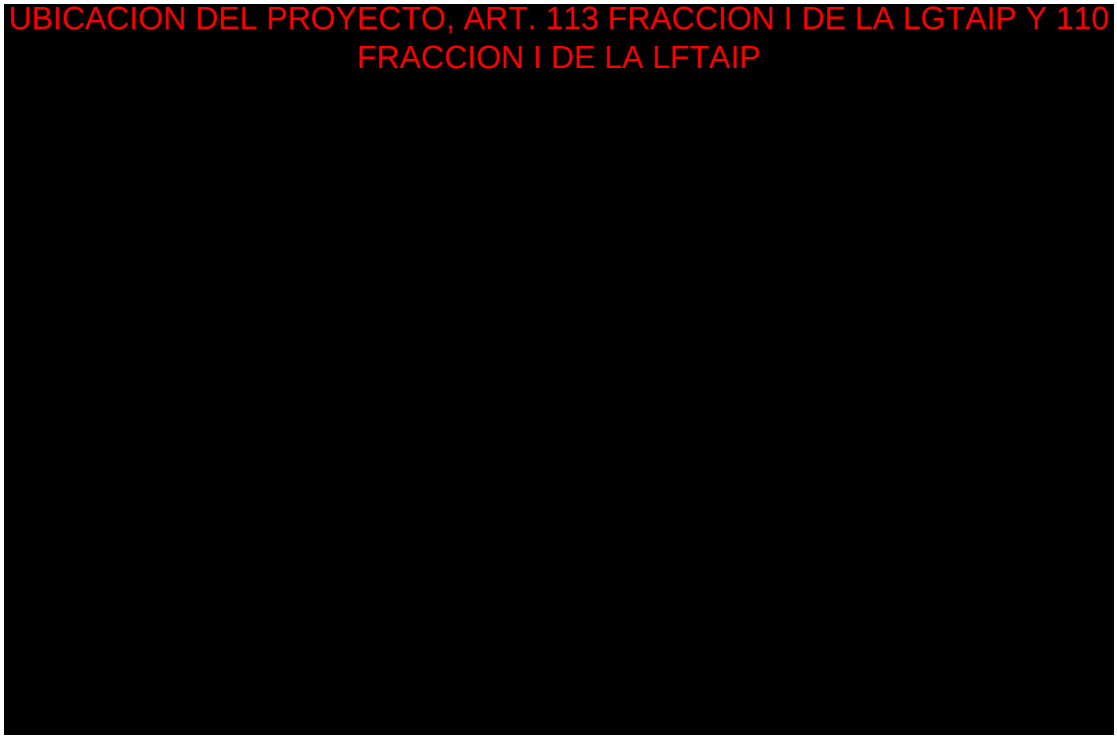
A.2.5. Inundaciones.

Con base en el **CENAPRED**, en el **proyecto**, el grado de peligro es muy amplio, ya que coincide con todos los rangos que son muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (**Figura 31**). Esta situación se asocia a su ubicación cercana al mar, a las altitudes donde prevalecen las llanuras, al tipo de clima y a la interacción con fenómenos hidrometeorológicos que aumentan la precipitación y acumulación de agua en ciertas zonas.

La zona correspondiente al grado de peligro alto, se encuentra en los estados de Tabasco y Campeche, que, a su vez, contienen la mayor concentración de redes fluviales en las que destaca el río Usumacinta. Por otro lado, la zona cercana a la costa de Campeche, está compuesta por "bajos inundables", que son planicies bajas originadas por la acumulación residual de arcillas producto de la disolución de rocas carbonatadas, en donde se inhibe la capacidad de infiltración. Dicha situación, explica el grado de peligro en esta zona.

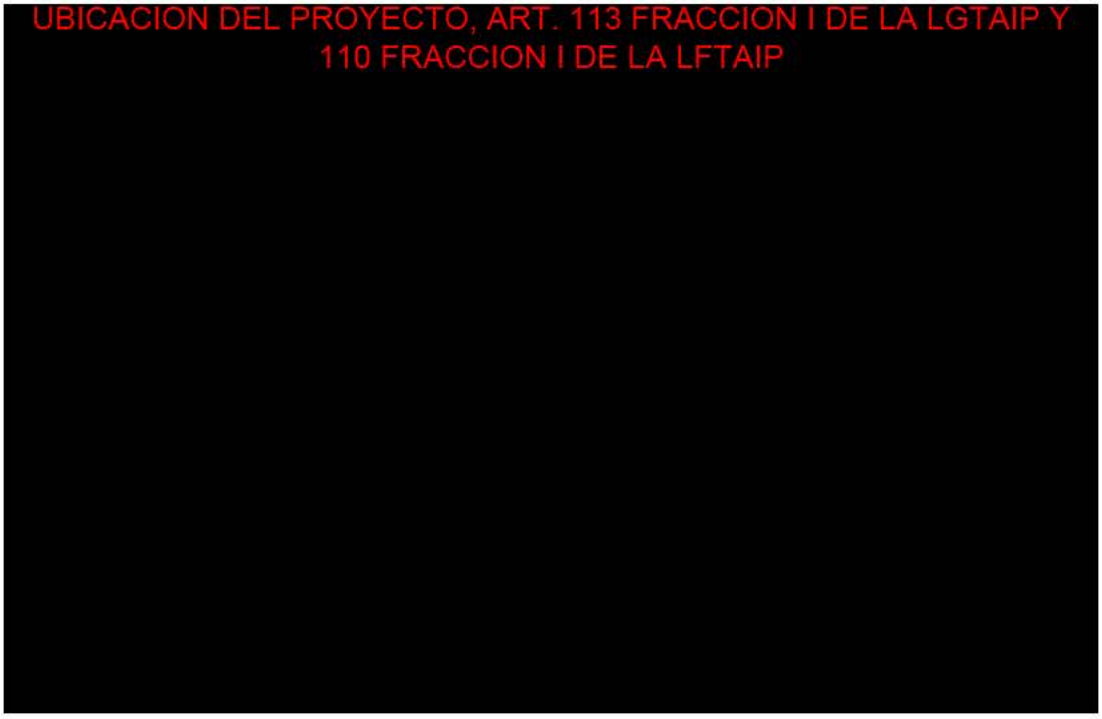


En el mapa se observa una mezcla de diferentes grados de peligro por inundaciones en la zona que corresponde a Yucatán (**Figura 32**). En esta área, las corrientes superficiales son muy escasas por la permeabilidad de las rocas, sin embargo, los ríos subterráneos y un alto volumen de agua en los mantos acuíferos son factores que favorecen las inundaciones en un evento hidrometeorológico extraordinario.



A.3. Geología

La historia de la provincia geológica denominada Plataforma de Yucatán está ligada a la apertura del Golfo de México que inicio en el Triásico superior, con la ruptura del supercontinente Pangea, en el margen sur de la placa de Norteamérica, evento que continuó durante el Jurásico inferior y medio (SGM, 2005). La Plataforma de Yucatán está conformada por una plataforma carbonatada de edad mesozoica cenozoica, edificada sobre un complejo basal de posible edad pretriásica localizado de 12 a 16 km de profundidad (López R. E., 1979), es decir, en esta zona predominan las rocas con origen sedimentario, por ello, es que el área correspondiente al **Proyecto**, se encuentran rocas como arenisca, caliza, caliza-lutita y caliche (**Figura 33**).



A.3.1. Fisiografía.

La fisiografía es una subdivisión del territorio nacional que tiene como finalidad agrupar regiones que tengan un mismo origen geológico, paisajístico, litológico y morfológico en la mayor parte de su extensión. El **proyecto** coincide con dos provincias fisiográficas (Llanura costera del Golfo Sur y Península de Yucatán) y tres subprovincias fisiográficas (Llanuras y pantanos tabasqueños, Carso y lomeríos de Campeche y Carso yucateco) (**Figura 34**). La provincia fisiográfica Llanura costera del Golfo Sur coincide con la subprovincia fisiográfica Llanuras y pantanos tabasqueños. Las subprovincias fisiográficas del Carso y lomeríos de Campeche y Carso Yucateco, coinciden con la provincia fisiográfica Península de Yucatán.

La llanura costera del Golfo Sur abarca las regiones costeras de Veracruz y Tabasco. Localizada en la parte baja de la vertiente de la Sierra Madre Oriental, abundan suelos profundos formados por materiales depositados por los ríos, pues en esta región desembocan algunos de los más caudalosos de México, como el Grijalva, el Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. Al norte de Chiapas y al oriente de Tabasco se tienen grandes zonas inundables con abundancia de pantanos permanentes.

La provincia fisiográfica Península de Yucatán está localizada en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y es, en términos estrictamente fisiográficos, una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años. La parte norte de la Península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán) y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul. En la

Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y uvalas que muestran la red de drenaje subterráneo.

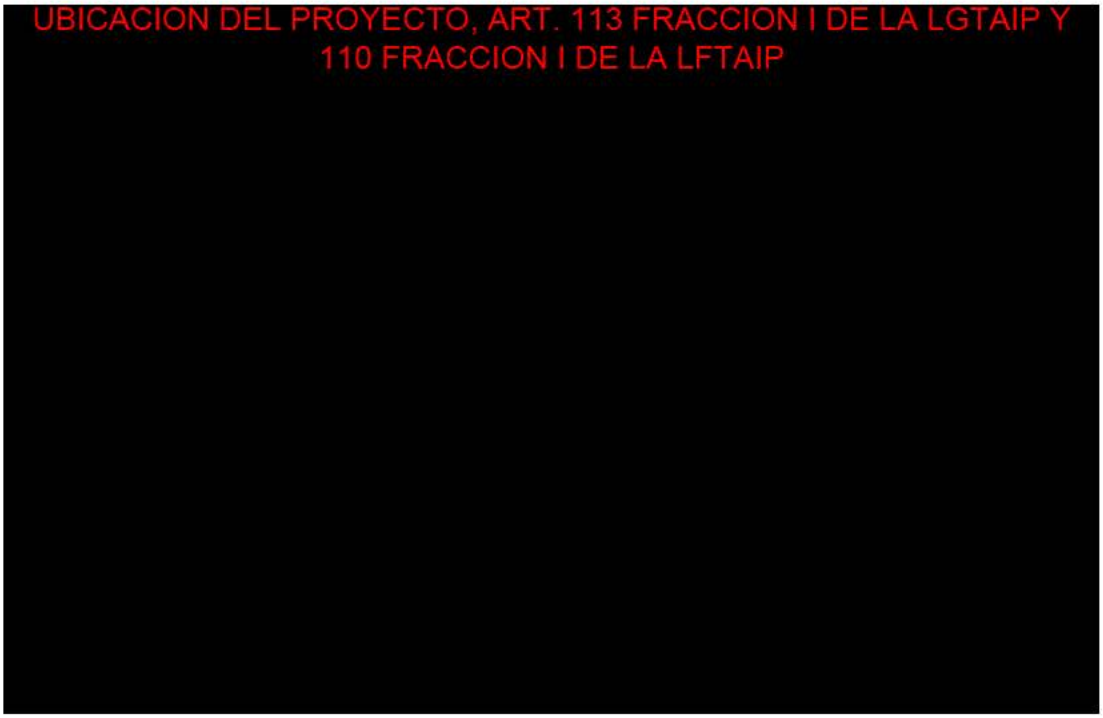
En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y la laguna de Chichancanab en Yucatán.

Un rasgo topográfico característico de la Península son las “aguadas”, lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas. En otros casos, el hundimiento de la bóveda de las cavernas no llega al nivel de circulación de las aguas subterráneas formándose un tipo de dolina, cuyo fondo se va rellenando de suelo rojizo; estos hundimientos en forma de embudo y sin agua en el fondo reciben el nombre de “joyas” (hoyas).

La subprovincia Llanura y pantanos tabasqueños, comprende una extensión de, 23,0766.49 km2. En la parte central de esta subprovincia se unen las cuencas bajas de los ríos Grijalva y Usumacinta, los más caudalosos del país, que convergen al sur de Frontera, Tabasco, para salir al Golfo de México. Tanto el Usumacinta como el Grijalva aportan cerca de 27% de los recursos hidrológicos de México. En la región de Villahermosa hay una zona de lomeríos de poca elevación de depósitos de aluviones antiguos.

La subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche está compuesta por llanuras de depósito lacustre asociada con lomeríos. En las lomas generalmente se encuentran suelos poco profundos y pedregosos y en las dolinas con buen drenaje, suelos planos de color rojo y profundos. En las zonas bajas con drenaje lento hay dolinas con suelos planos, inundables y profundos. En esta subprovincia abundan las úvalas, que es la coalición de varias dolinas y se reconocen por ser tierras planas y profundas en grandes extensiones, además de cenotes, aguadas, lagunas, arroyos, ríos, grutas, cuevas y sumideros.

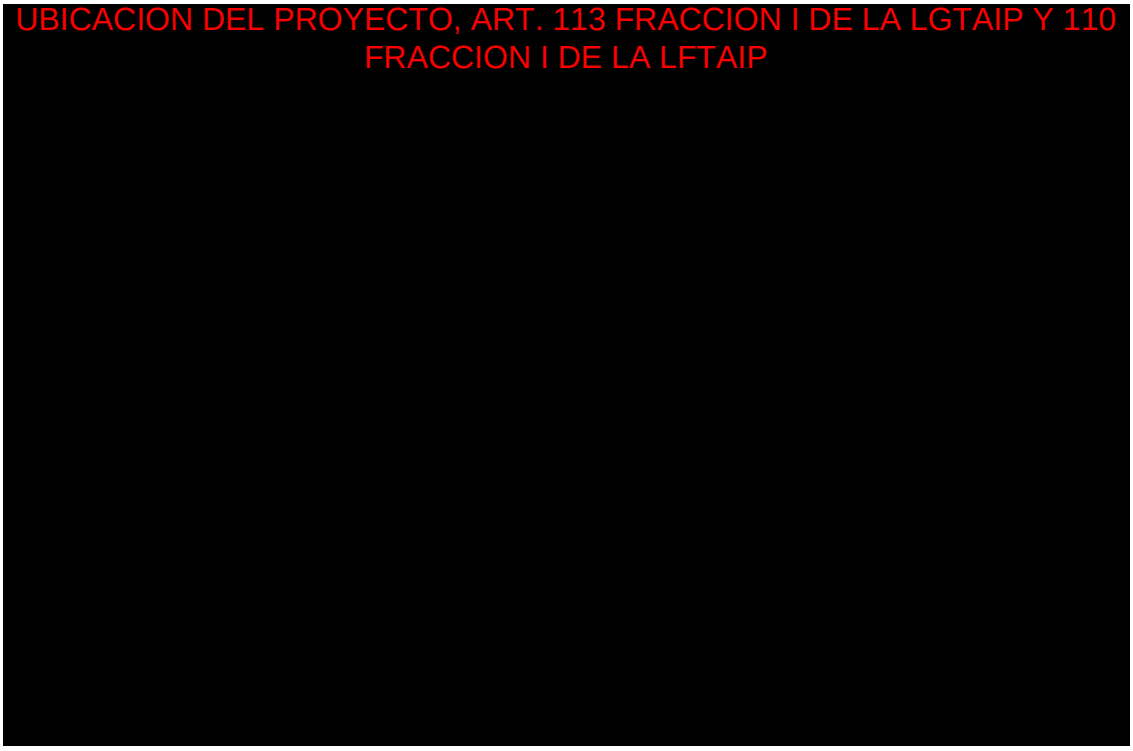
La subprovincia Carso Yucateco contiene llanuras asociadas con lomeríos bajos, producto de la evolución cárstica de la losa calcárea de la Península de Yucatán. Es un tanto parecida a la mencionada anteriormente, ya que en ella también hay lomas donde generalmente se encuentran suelos poco profundos y pedregosos, en las dolinas suelos planos de color rojo con profundidad variable. Las dolinas de esta subprovincia son pequeñas, generalmente menores a una hectárea.



A.3.2. Características del relieve.

Altitud.

Por su origen geológico, se presume que el área de estudio se encuentra en una zona plana con pequeños lomeríos. En el **Proyecto** la altitud va de los 0 a los 200 metros sobre el nivel del mar. Caso similar ocurre en las secciones, sin embargo, se observan pequeñas áreas que corresponden a altitudes de los 200 a los 400 msnm (**Figura 35**).

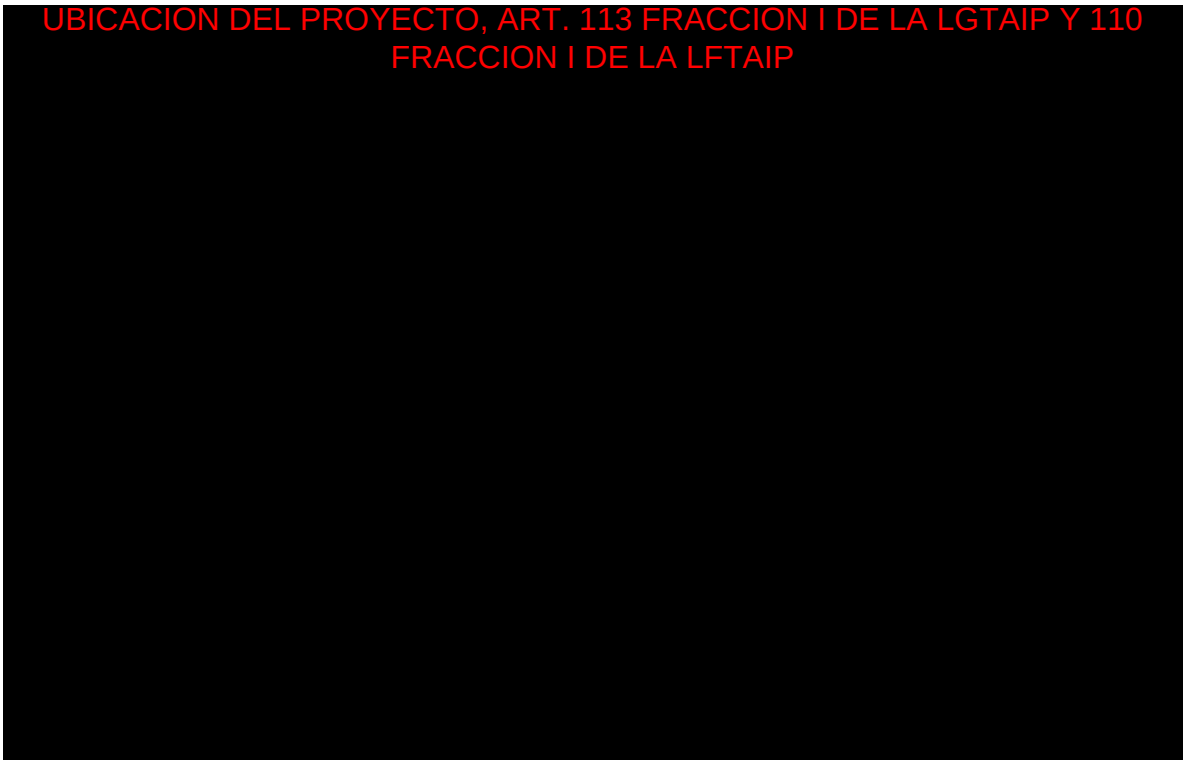


A.3.3. Topoformas.

Con base en su origen geológico y las diferentes altimetrías que presenta el **Proyecto**, las topoformas que predominan son aquellas asociadas a llanuras y lomeríos de diferentes sustratos (**Figura 36**). A continuación, se presenta la descripción de las topoformas identificadas en el área de estudio.

- **Llanura aluvial**. Zona resultante de la sedimentación de un río. Las llanuras aluviales son amplias franjas de topografía llana y dimensiones que pueden ser de varios kilómetros, que se desarrollan sobre los aluviones depositados por cursos fluviales. Prácticamente siempre ocupan zonas que están o han estado relacionadas con episodios de subsidencia. En estas llanuras (también se las llama de inundación) el río corre por un canal y sólo las inunda esporádicamente, depositando de nuevo, al retirarse las aguas una nueva película de aluviones. Constituyen terrenos fértiles.
- **Lomerío típico.** Elevación del terreno de poca altura, normalmente de forma redondeada, que viene a ser el primer grado después de la llanura. Se forma por la erosión que se presenta en el lugar.
- **Playa o barra**. Forma acumulativa submarina o semisubmarina, con aspecto de banco convexo. Se forma por la interacción del oleaje y la acumulación aluvial.
- **Sierra**. Término que se aplica a una montaña alargada, generalmente de más de 5 km de longitud o a un conjunto de montañas con una divisoria de aguas principal que delimita dos vertientes opuestas

- **Valle.** forma negativa del relieve, equivalente a una depresión estrecha y alargada, formada esencialmente por procesos erosivos.



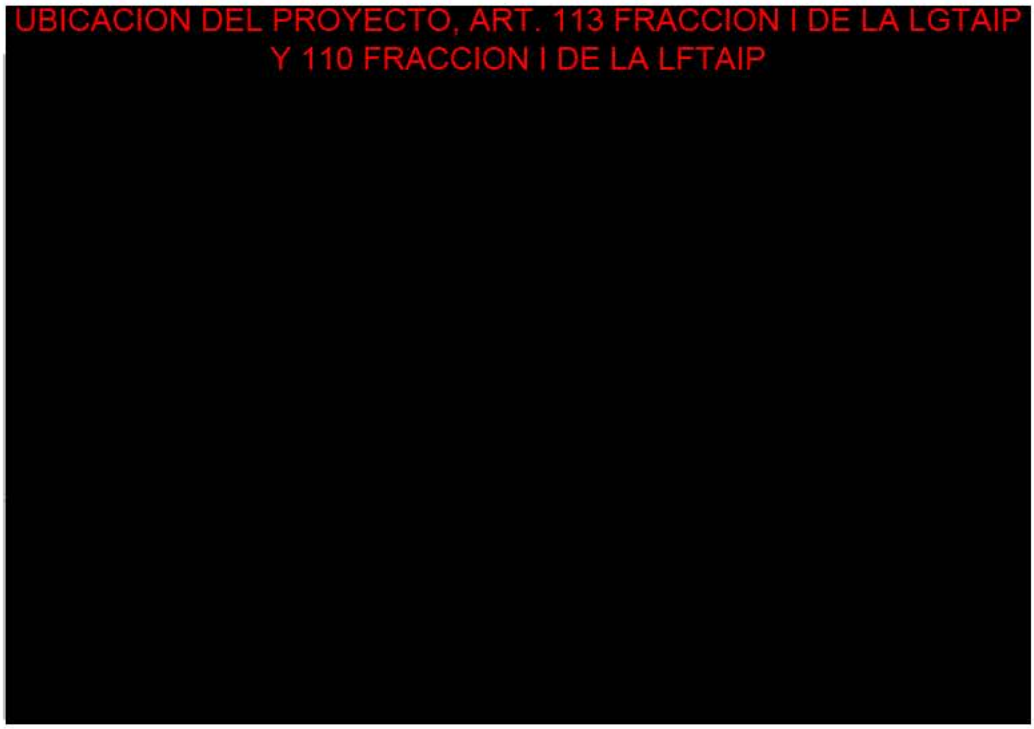
A.3.4. Fallas y fracturas.

Una falla es una discontinuidad en la roca como consecuencia de un movimiento asociado a un sismo, en el cuál un lado de la falla se mueve diferencialmente hacia el otro lado. Las fracturas también son discontinuidades en la roca, pero más pequeñas en comparación con las dimensiones que pueden tener las fallas. Las fracturas, no necesariamente se producen por movimientos diferenciales, algunas surgen por el enfriamiento de rocas ígneas, por secado y contracción de rocas sedimentarios, o, en muchos casos, por cuestiones de tectónica.

Como consecuencia de la naturaleza calcárea de la región, el paisaje cárstico es característico en el área de estudio, conformado por abundantes cenotes y dolinas, que permite la precolación de las aguas meteóricas que facilita la disolución de la caliza dando origen a la formación de ríos subterráneos, formando estructuras cársticas como cenotes y dolinas intercomunicados que al colapsarse generan estructuras mayores. En la porción NE de la carta se infiere la traza denominada anillo de cenotes chicxulub representada por una serie de cenotes alineados que continúan hacia Mérida. La secuencia carbonatada se distingue por la ausencia de estructuras que denoten deformación significativa y está constituida por estratos que conservan una actitud horizontal o subhorizontal cubiertas parcialmente por depósitos cuaternarios, sin embargo, es común observar

basculamientos en las capas sin que esto signifique plegamiento, solo ligeras inclinaciones que varían de NE-SW y NW-SE e inclinaciones subhorizontales que oscilan de 01° a 06°.

Con base en el **INEGI**, en la zona correspondiente al área de estudio, los movimientos tectónicos o estructurales son casi nulos, ya que, como se puede observar, la distribución de las estructuras geológicas secundarias se concentra en la porción de Yucatán y con otros pequeños lineamientos en la zona de Campeche. Así mismo se observa un lineamiento SE-NW, asociado con un proceso isostático en el que la elasticidad de la roca cedió ante el esfuerzo.

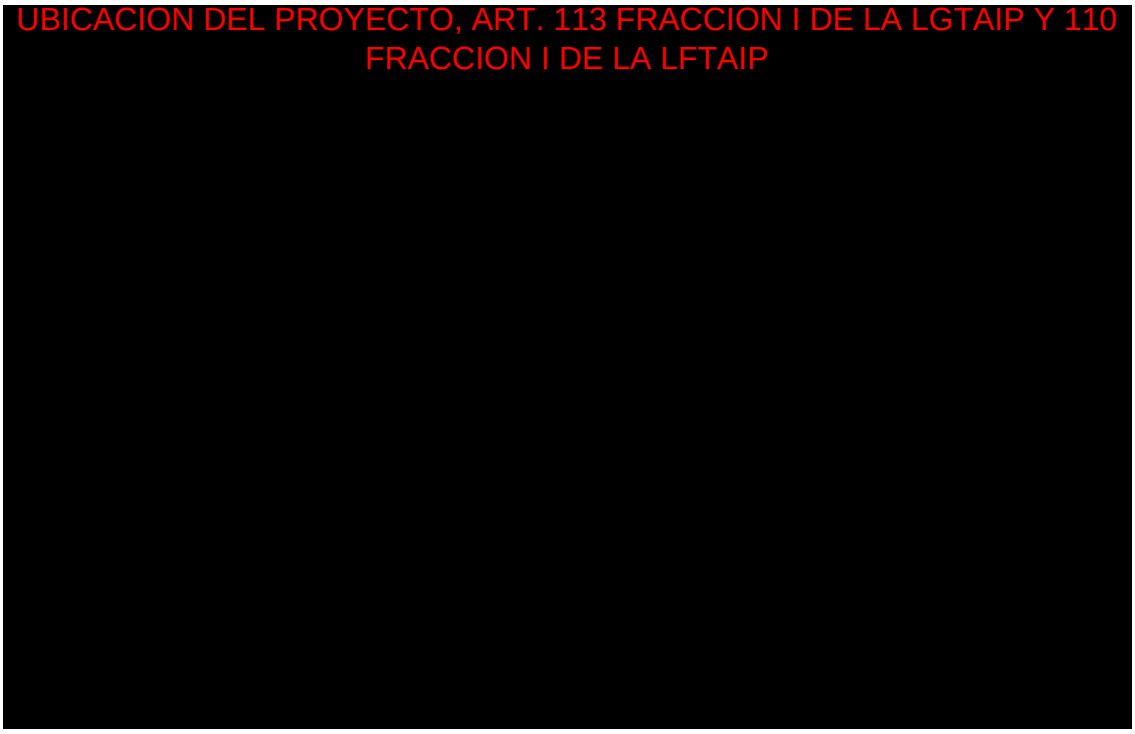


A.3.5. Susceptibilidad de la zona a derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos.

La superficie terrestre tiene una dinámica constante e intrínseca, consecuencia de la interacción endógena y exógena que modifica sus formas y sus condiciones. La evolución de las laderas ha sido afectada por procesos de remoción en masa y es evidencia de dicha dinámica (Alcántara y Murillo, 2007).

Las zonas montañosas tropicales son muy susceptibles a presentar este tipo de dinámicas, debido a que generalmente se conjugan cuatro elementos fundamentales para la generación de fenómenos de remoción en masa: gradiente topográfico, sismicidad, meteorización de la roca parental y lluvias intensas (Suárez, 1998).

De acuerdo con datos del **CENAPRED**, el **Proyecto** se encuentra en una región con peligro relativamente bajo por deslizamiento de laderas ya que predominan las zonas planas en el lugar. Sin embargo, hay pequeñas áreas con grado de peligro medio y pueden estar relacionadas a las zonas de lomeríos (**Figura 38**).

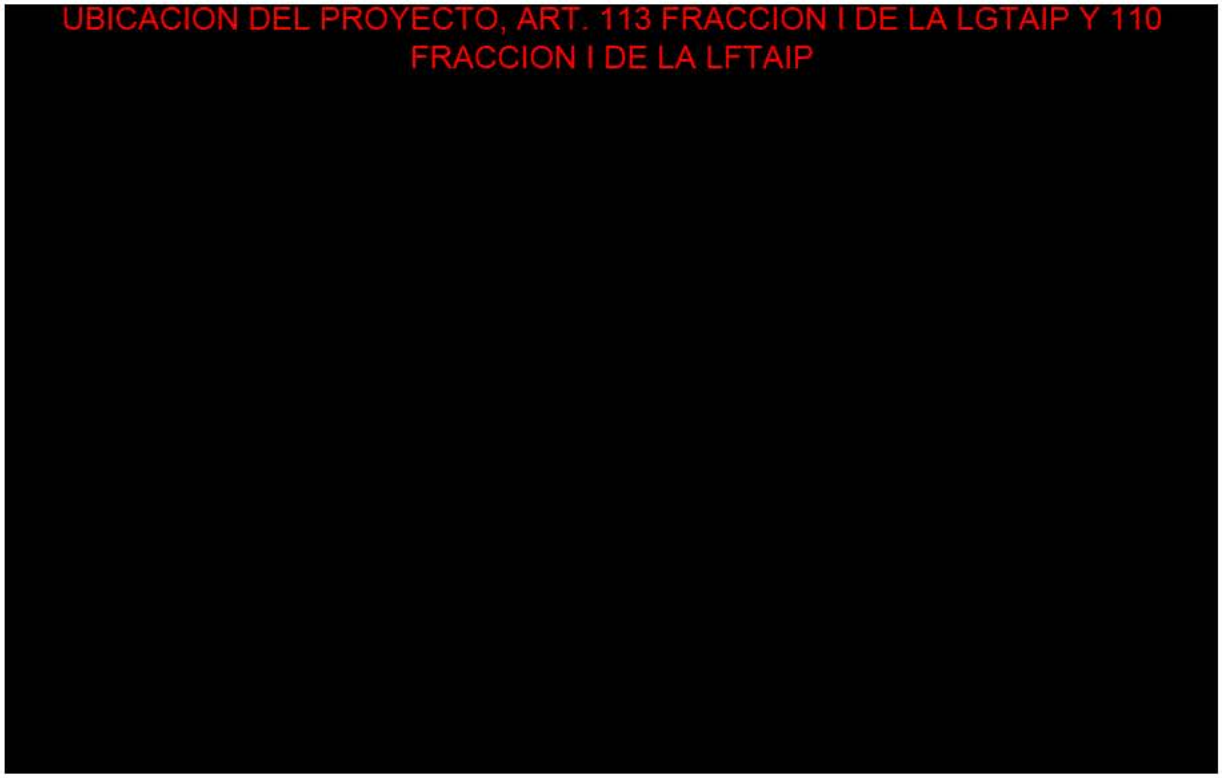


A.3.6. Regionalización sísmica.

De acuerdo con los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se definió la Regionalización Sísmica de México en la que se diferenciaron las siguientes cuatro zonas:

- *Zona A, de baja sismicidad.* No presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.
- *Zona B, de media intensidad*. Es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- *Zona C, de alta intensidad*. En esta zona hay más actividad que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de gravedad.
- *Zona D*. Ha registrado con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de gravedad.

En la figura siguiente, se muestra el **Proyecto**, que por sus dimensiones coincide con las zonas sísmicas A, B y C, de las cuales la zona A, que presenta una sismicidad baja, es la imperante en el área de estudio (**Figura 39**).



A.3.7. Intensidad sísmica.

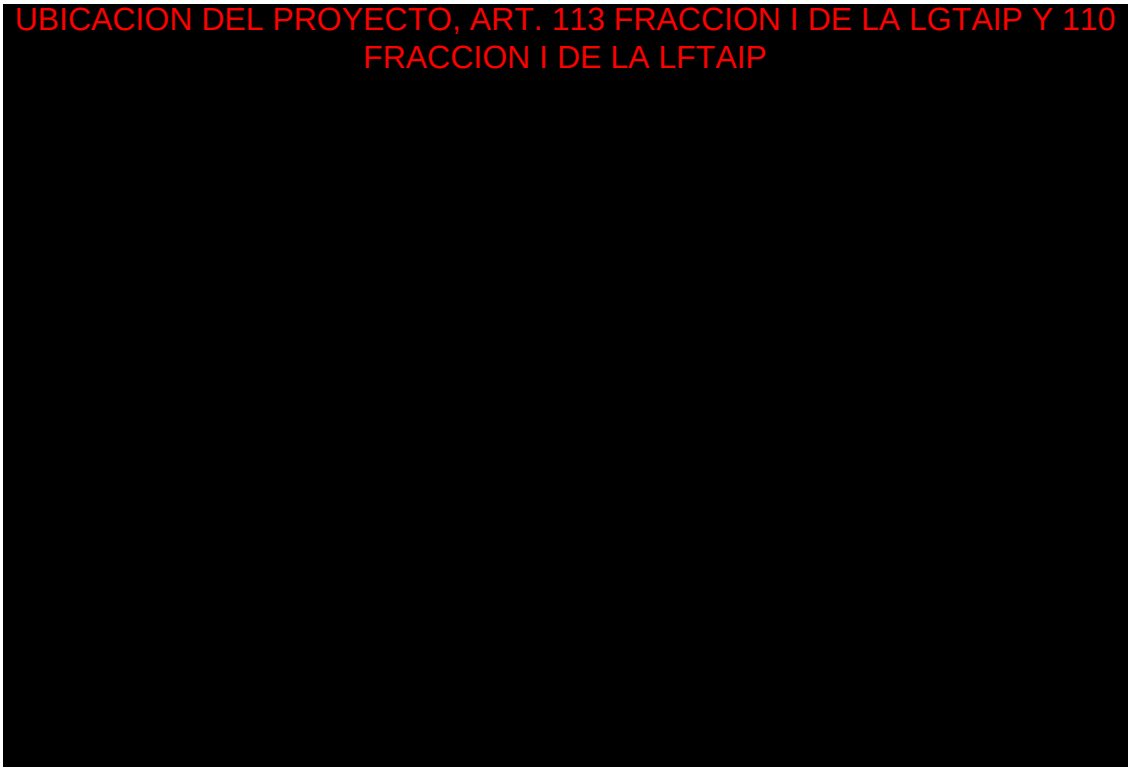
La intensidad de un sismo en un lugar determinado se evalúa mediante la Escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el ser humano, en sus construcciones y en el terreno, tal y como se describe en la **Tabla 20**.

Tabla 20. Escala Modificada de Mercalli.

Intensidad	Efectos
I	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire l bre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.

Intensidad	Efectos
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios sólidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas vis bles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunas estructuras bien construidas en madera, destruidas; la mayoría de estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
XI	Pocas o ninguna obra de a bañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

De acuerdo con la escala de Mercalli, el **Proyecto** se encuentra en una región que corresponde a la intensidad III y VII, mientras que una gran parte del área de estudio se encuentra en una zona sin categoría dentro de la escala de Mercalli (**Figura 40**).



A.3.8. Suelos.

Tipos de suelo.

La edafología (de *edafos*, "suelos") es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre. A esta materia madre se agregan el agua, los gases (sobre todo dióxido de carbono), el tiempo transcurrido, los animales y las plantas que descomponen y transforman el humus, dando por resultado una compleja mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos. El suelo alcanza su estado de madurez cuando presenta una profundidad y una secuencia de capas llamadas horizontes.

De acuerdo con el **INEGI**, en el área de estudio hay diez diferentes tipos de suelos, en su mayoría son suelos poco desarrollados o asociados a la dinámica fluvial de acumulación y alteración.

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales características de estos tipos de suelo encontrados en el **proyecto.** Estos datos corresponden a estudios realizados por el **INEGI** y por la Food and Agriculture Organization (**FAO**) (IUSS, 2007).

ACRISOLES. Los acrisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que llevan a un

horizonte árgico en el subsuelo. Los Acrisoles tienen en determinadas profundidades una baja saturación con bases y arcillas de baja actividad.

ARENOSOLES. Comprenden suelos arenosos, incluyendo tanto suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricos en cuarzo, y suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas.

SOLONCHAKS. Son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas.

VERTISOLES Los Vertisoles suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del latín vertere, dar vuelta) se refiere al reciclado interno constante del material de suelo.

CAMBISOLES. combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.

GLEYSOLES. Los Gleysoles son suelos de humedales que, a menos que sean drenados, están saturados con agua freática por períodos suficientemente largos para desarrollar un característico patrón de color gléyico. Este patrón está esencialmente hecho de colores rojizos, parduzcos o amarillentos en la cara de los agregados y/o en la capa o capas superficiales del suelo, en combinación con colores grisáceos/azulados en el interior de agregados y/o más profundo en el suelo.

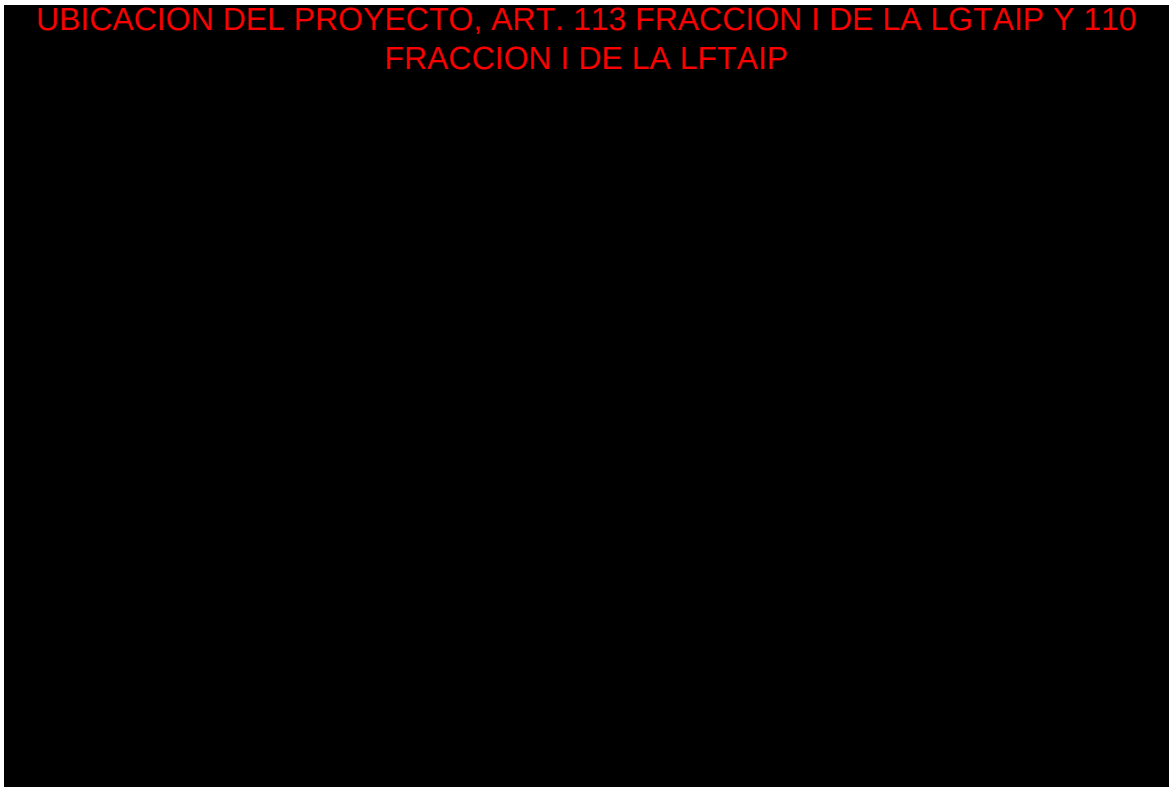
HISTOSOLES. Comprenden suelos formados en material orgánico. Varían desde suelos desarrollados predominantemente en musgo de turba en regiones boreal, ártica y subártica, vía turba de musgos, turba de cañas/ciperáceas (pantanos) y turba de bosque en regiones templadas hasta turba de manglares y turba de bosque de pantano en los trópicos húmedos. Los Histosoles se encuentran en todas las altitudes, pero la gran mayoría ocurren en tierras bajas.

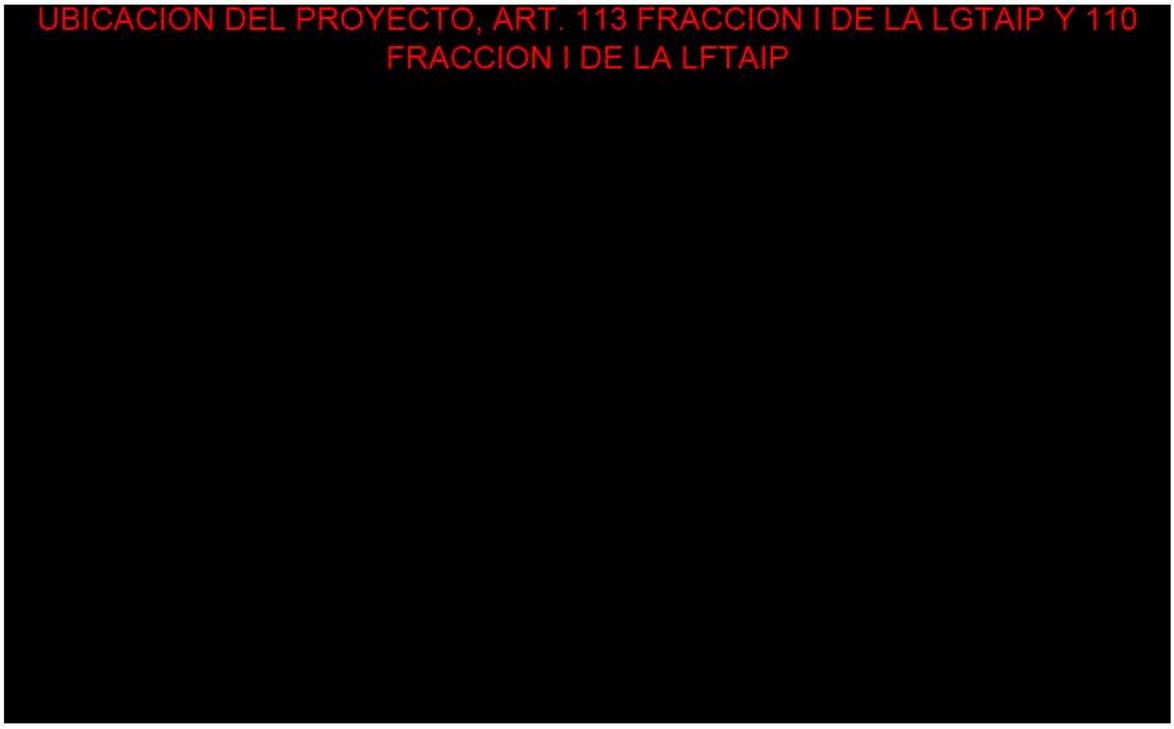
LUVISOLES. Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial árgico. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades.

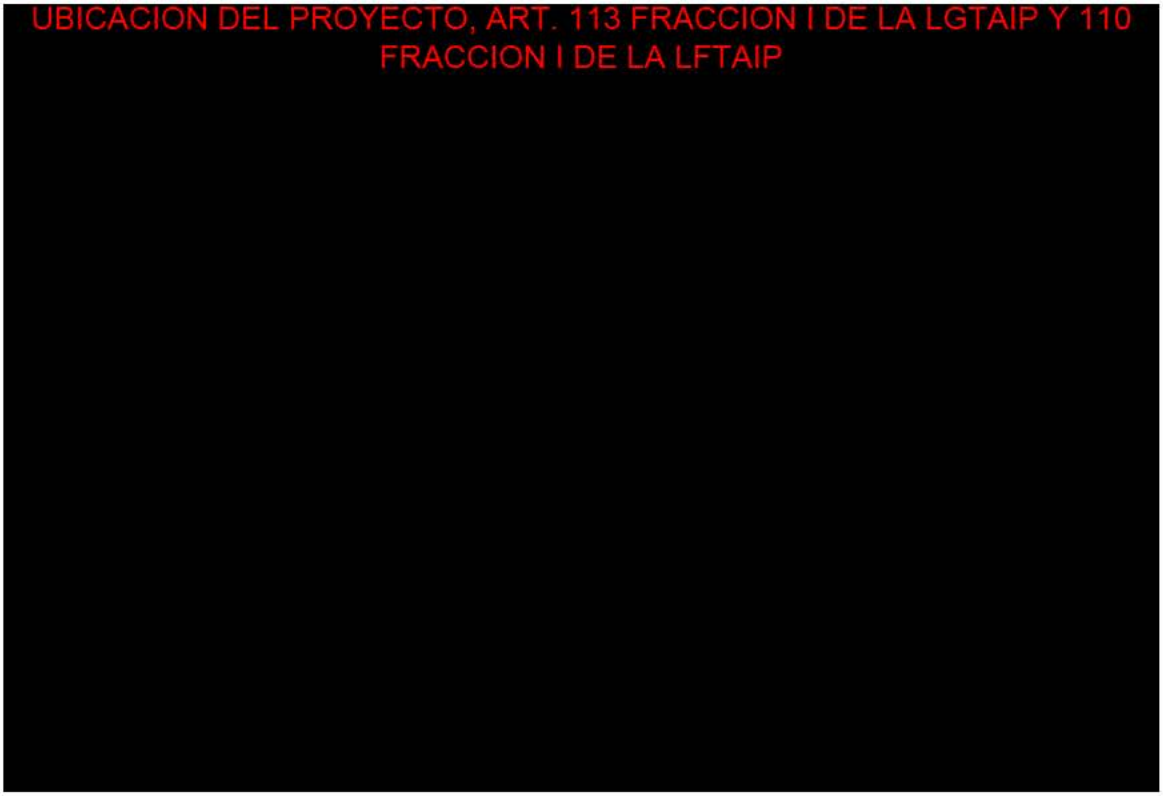
LITOSOLES. Los litosoles están incluidos en los Leptosoles, que son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregoso. Estos suelos son azonales y particularmente comunes en regiones montañosas.

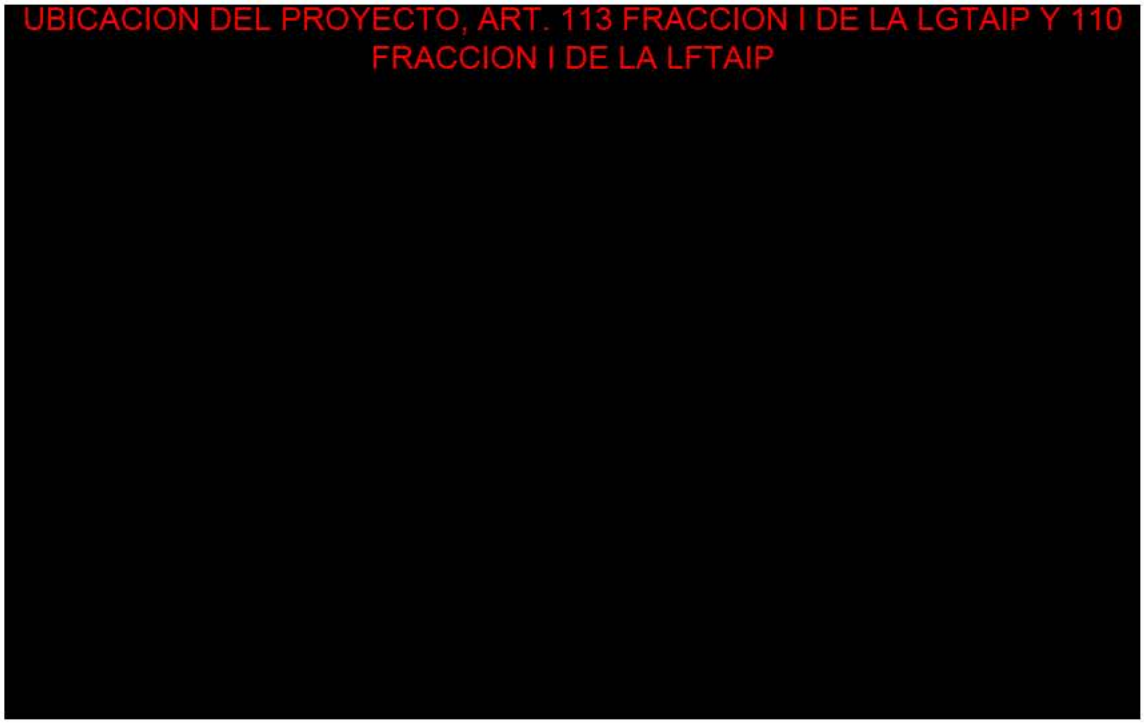
RENDZINA. Es el nombre polaco que se da a los suelos profundos y pegajosos que se desarrollan sobre calizas. Son suelos obscuros, poco profundos (10 cm a 50 cm) que sobreyacen directamente al material carbonatado, por ejemplo, calizas. Se les localiza en cualquier tipo climático, excepto en zonas frías, generalmente en relieves montañosos como en la Sierra Madre Oriental, asociados a litorales.

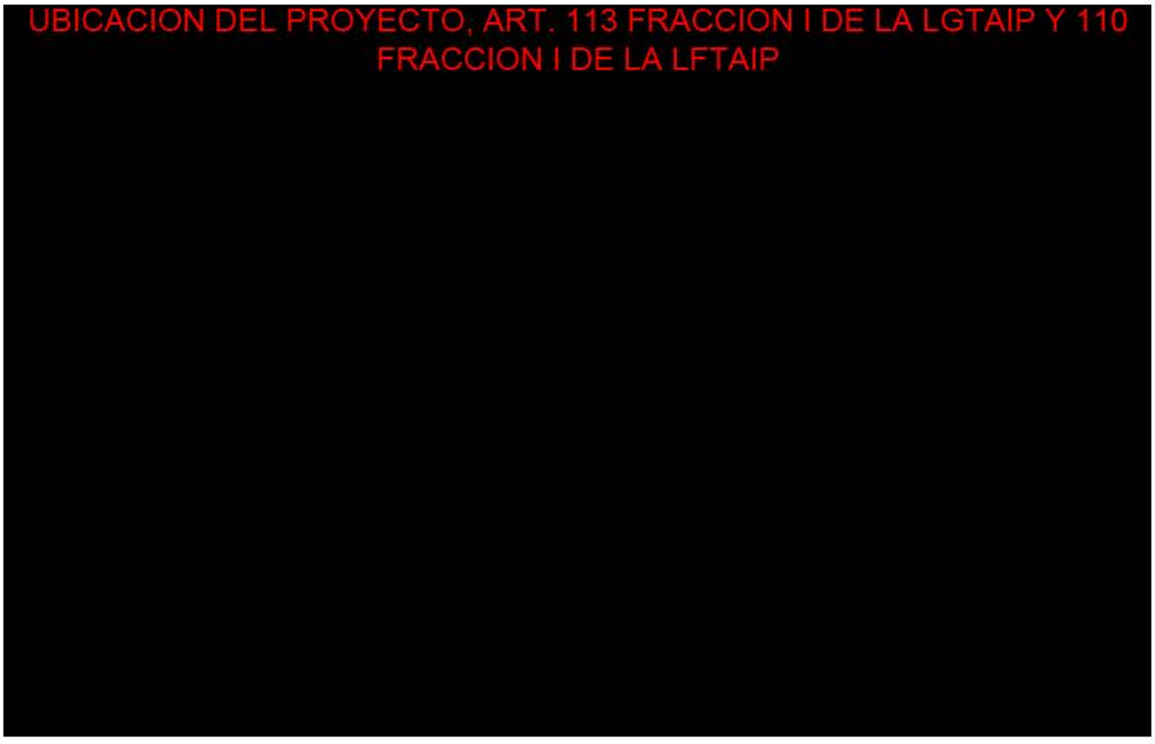
Finalmente, en los siguientes planos se presentan las unidades edafológicas que se encuentran en el **Proyecto** por sección.

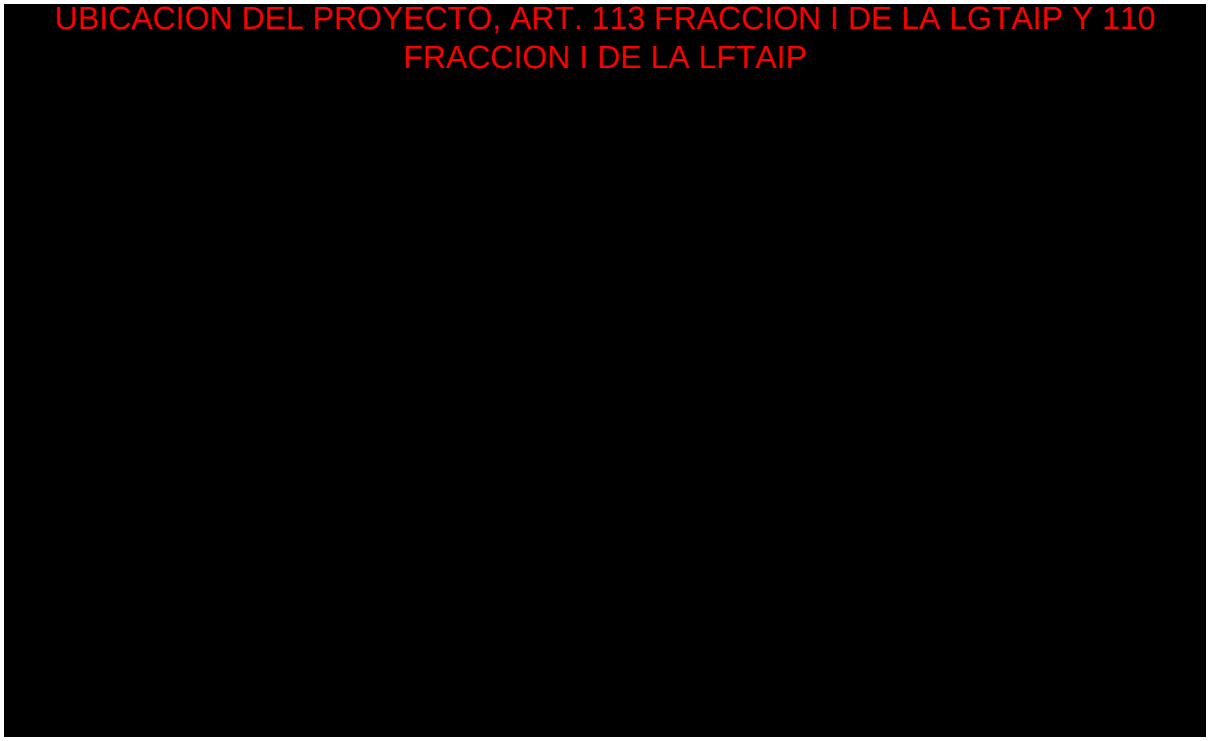



UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


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


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

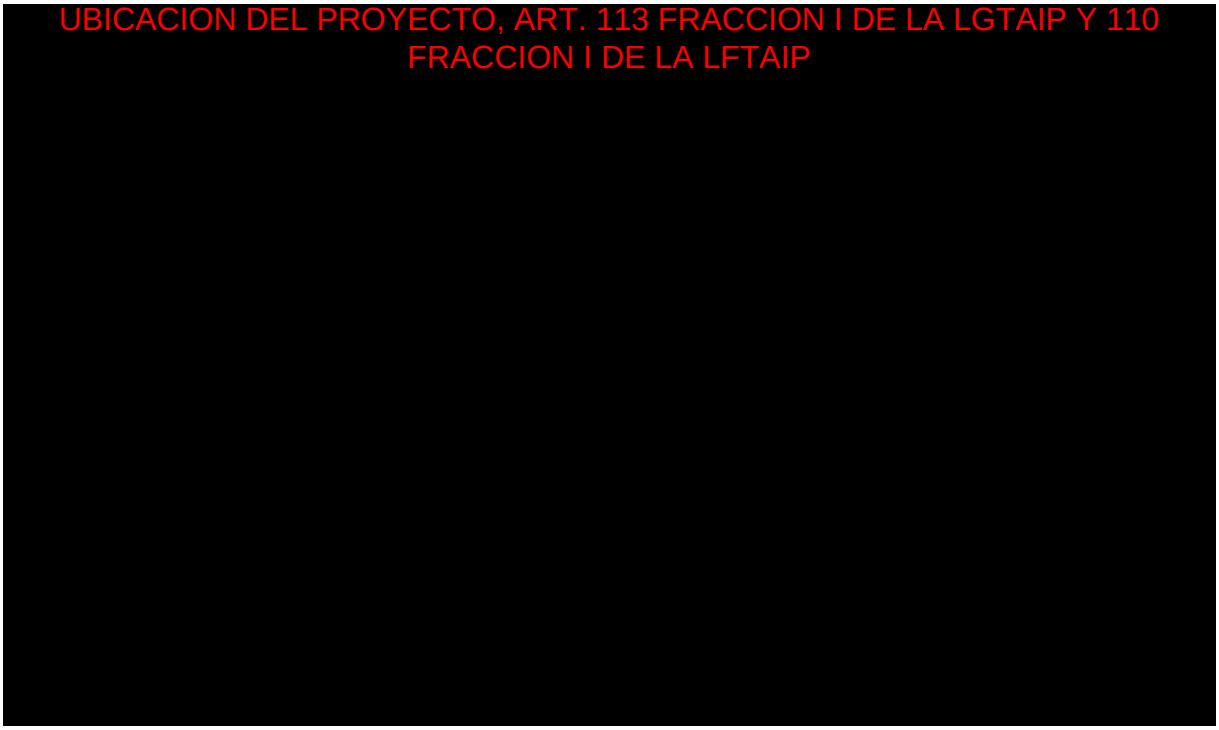


A.4. Hidrología superficial.

Según el **INEGI** una región hidrográfica es un área delimitada por una divisoria que agrupa por lo menos dos cuencas hidrográficas, cuyas aguas fluyen a un cauce principal. La cobertura nacional asciende a 37 divisiones las cuales se denotan por el prefijo "**RH**" y los números del "01" al "37". Ejemplo: "**RH24**".

Una cuenca hidrográfica es una superficie delimitada por una divisoria cuyas aguas fluyen hacia una corriente principal o cuerpo de agua; constituye una subdivisión de la región hidrográfica. La clave se compone de los dos dígitos de la región hidrográfica y una letra mayúscula de la "A" a la "Z". Ejemplo: "**RH24D**". La subcuenca hidrográfica es una subdivisión de la cuenca hidrográfica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión. Su clave es el resultado de la concatenación de la clave de la región hidrográfica, más la clave de la cuenca y una letra minúscula de la "a" a la "z". Ejemplo: "**RH24De**".

El **Proyecto**, se encuentran, con orden SW-NE en las regiones RH30, Grijalva-Usumacinta, RH31, Yucatán Oeste y RH32, Yucatán Norte.



Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta (RH-30).

Los límites de esta región hidrológica están definidos al este por el río Suchiate, al sureste y sur por el límite político entre Chiapas y Guatemala, al noreste por el río Usumacinta, lindero natural entre Chiapas y Guatemala; y al sur y este por el límite entre Tabasco y Guatemala. Dicha región se encuentra constituida por el sistema Grijalva-Usumacinta, en el que se incluyen los Ríos Santa Ana (Tabasco) hacia el oeste y el Palizada (Campeche) hacia el este, en la amplia zona en que el sistema desemboca en el Golfo de México.

El sistema Grijalva-Usumacinta incluye, entre otros, a los ríos Santa Ana, Palizada, San Pedro y San Pablo, El Lagartero, Pimiental, Tepetitán y Tacotalpa; aun cuando existen corrientes divagantes menores dentro del área que corresponden a la región, el hecho de que su recorrido sea a través de la planicie costera, las convierte en tributarias del sistema Grijalva-Usumacinta; el no estar interconectadas directamente, se debe a que se encuentran a muy poca altitud (menos de 200 m) y por lo mismo no se consideran ríos individuales y sí apéndices del sistema fluvial en el que quedan incluidas.

La abundancia de escurrimientos superficiales, así como el escaso relieve de la llanura costera, da lugar a la formación de drenaje anastomosado, dendrítico y lagunar, por tal motivo se ha desarrollado un gran número de cuerpos de agua de variadas dimensiones, al igual que pantanos y llanuras de inundación.

El Río Grijalva, al igual que el Usumacinta, forma desembocaduras de carácter deltaico, que consisten en la bifurcación de sus escurrimientos en varios canales antes de llegar al mar, esto ha dado lugar a la formación de marismas y zonas palustres. Los coeficientes de escurrimiento que predominan en la cuenca son de 20 a

30% y mayor de 30%, debido a combinación de factores como permeabilidad media con vegetación no muy densa, o permeabilidad baja con vegetación densa.

Región Hidrológica Yucatán Oeste (RH-31).

La Región Hidrológica 31 se encuentra en la parte sureste de la península de Yucatán. Limita al poniente con la RH 30 (Grijalva – Usumacinta); al noroeste con la Laguna de Términos y el Golfo de México; su límite norte coincide con el paralelo 20° de latitud norte. Por el oriente colinda con la RH 33 (Yucatán este) y al sur con la República de Guatemala. Coincide, en orden de mayor a menor superficie, con Campeche, Yucatán, Guatemala y Tabasco. Las ciudades más importantes, ubicadas dentro de la región son: Campeche, Champotón y Escárcega, todas ellas pertenecientes al estado de Campeche.

Esta región se caracteriza por grandes llanuras y pequeños lomeríos, en donde las corrientes resultan menos definidas que en el resto del país. Las cuencas que conforman esa región hidrográfica son la cuenca del río Cumpan, la cuenca del río Candelaria, cuenca del río Mamantel y la cuenca del río Champotón.

Como consecuencia del suelo, el relieve y la estructura de la península de Yucatán, se tienen condiciones muy especiales del escurrimiento, que principalmente es subterráneo y da lugar a la formación de microcuencas cerradas en las que se forman pequeñas lagunas, que en la región se conocen con el nombre de “aguadas”.

Región hidrológica Yucatán Norte (RH-32).

Se ubica al norte de la península de Yucatán y abarca casi en su totalidad a este estado, parte de Quintana Roo y parte de Campeche. Se consideran dentro de ella, las islas de Cozumel e Isla Mujeres. Sus límites geográficos son al norte y al oeste con el Golfo de México, al sureste con el Mar Caribe y al sur con las regiones hidrográficas 31 y 32. Sus litorales abarcan una extensión de 760 km y por el lado de la línea que delimita de las regiones vecinas, tiene un desarrollo de 350 km. Cuenta con un total de 57630 km^2.

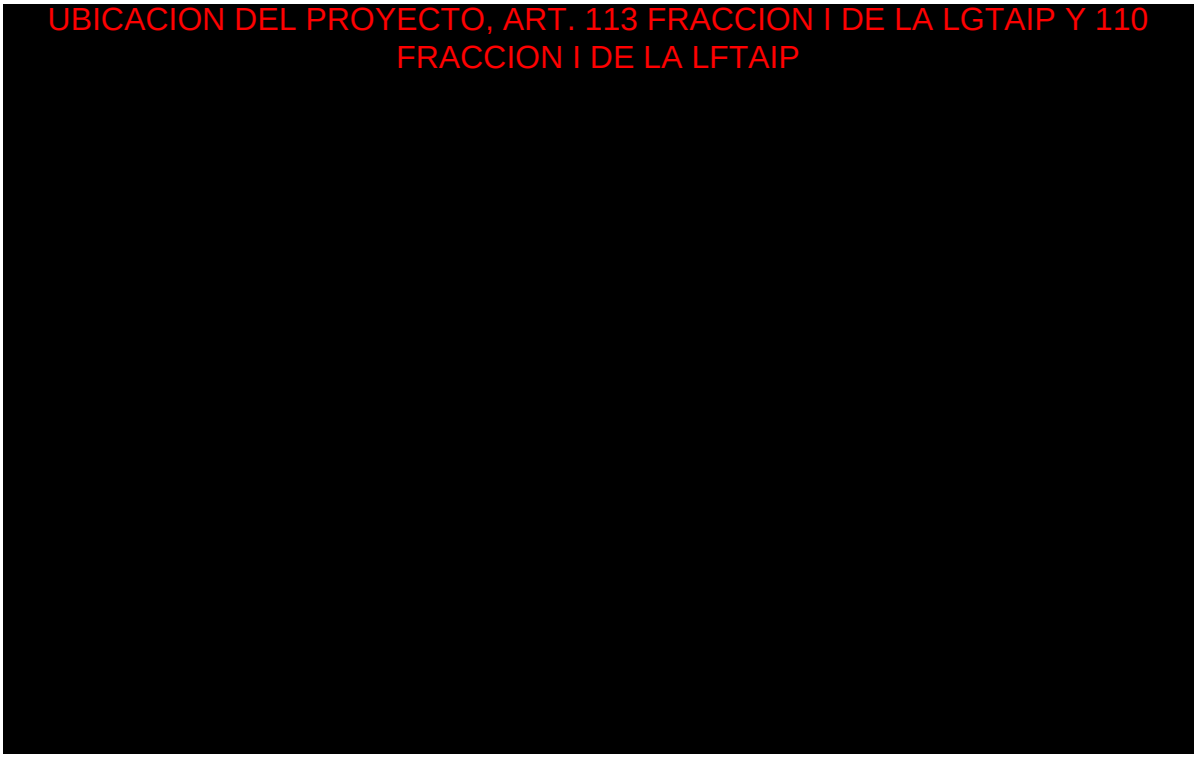
Esta región carece de corrientes superficiales debido a la deficiente circulación por falta de inclinación en el relieve y al fenómeno de disolución de las calizas que forman su basamento, lo que origina la circulación de agua subterránea por infiltración.

Dada la extensión del **AP**, **AI** y **SAR**, a continuación, se presentan los planos por sección, donde se muestran los cuerpos de agua superficiales presentes en cada sección.

Sección I

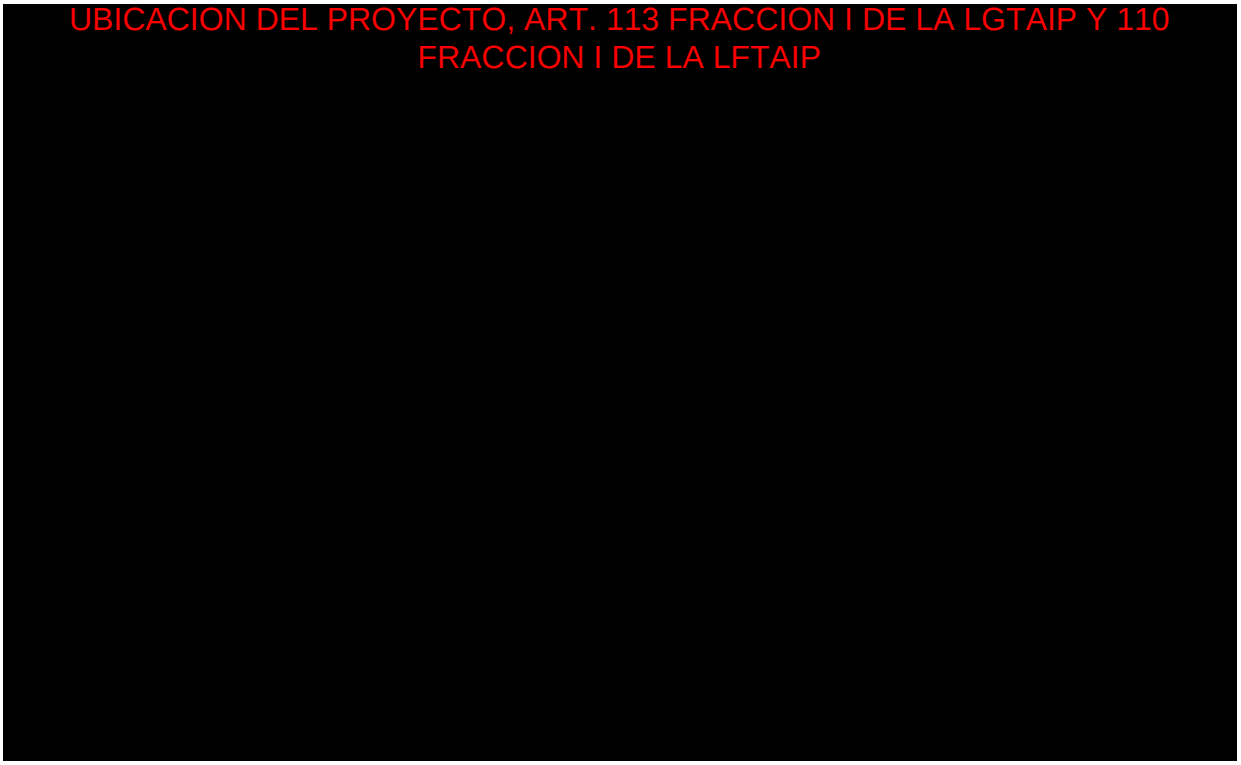
Dentro de la Sección I al norte del **Proyecto** se encuentran varios cuerpos de agua perenne. Asimismo, a lo largo de todo el **Proyecto** se puede apreciar la presencia de varios escurrimientos de tipo intermitente y de flujo virtual. También, se puede apreciar que son atravesados por dos cuerpos de agua perenne y una serie

de corrientes intermitentes, sin embargo, debido a que en esta sección no se llevarán a cabo obras nuevas, dichos cuerpos de agua no se verán afectados por el desarrollo del **Proyecto (Figura 48).**



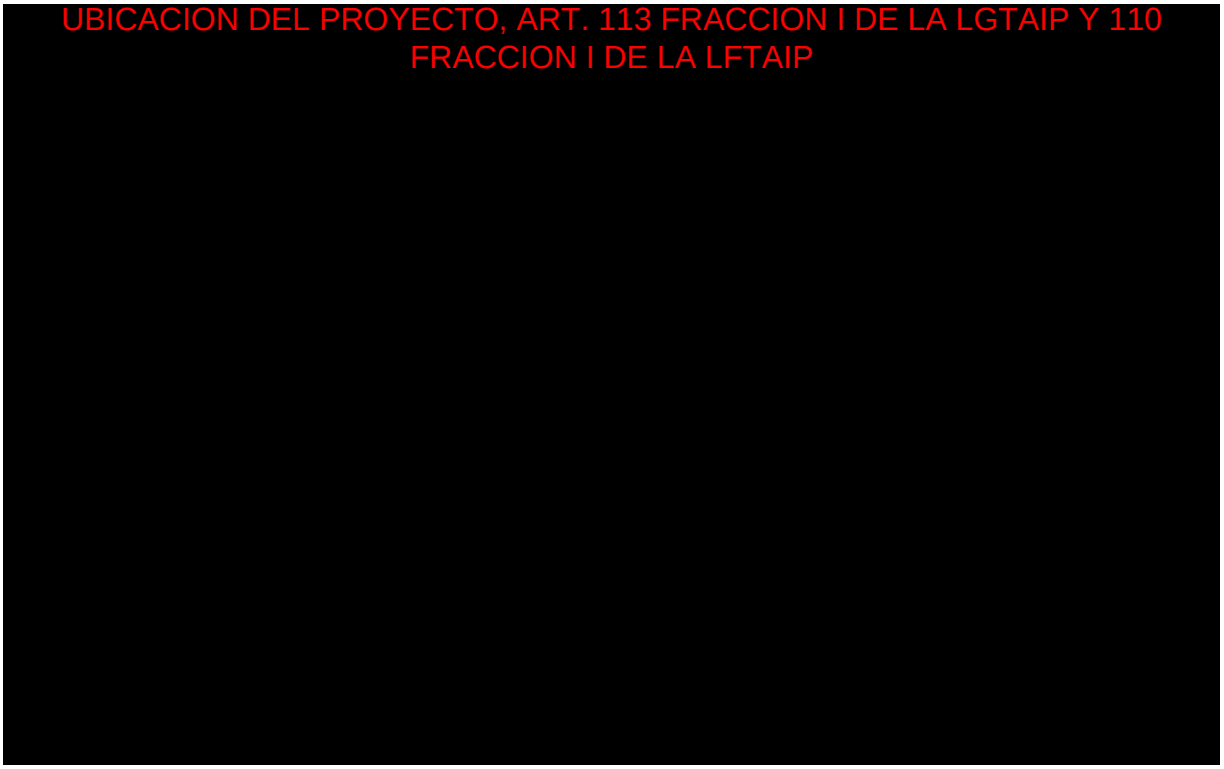
Sección II.

En la Sección II dentro del **Proyecto** existe la presencia de una gran cantidad de escurrimientos intermitentes y, en menor medida, de escurrimientos perennes y de flujo virtual. Finalmente, al este del **Proyecto** se encuentra el Lago Bayo**.** Sin embargo, al igual que con la Sección I, debido a que en esta sección no se llevarán a cabo obras nuevas, dichos cuerpos de agua no se verán afectados por el desarrollo del **Proyecto (Figura 49).**



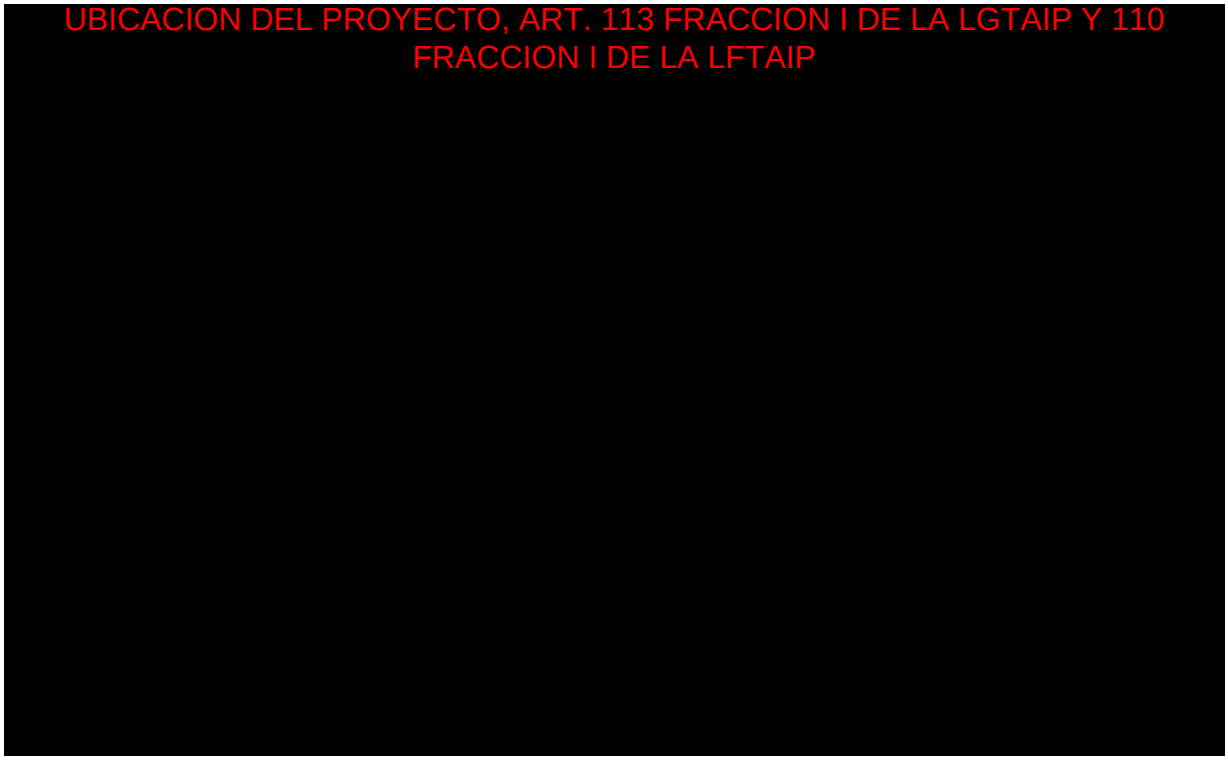
Sección III.

Para la Sección III, dentro del **Proyecto** existe la presencia de una gran cantidad de escurrimientos intermitentes, perennes y de flujo virtual**.** Asimismo, en esta sección, a nivel de **Proyecto** existe un buen número de cruces con cuerpos de agua perennes, para los cuales su identificación y ubicación se ha presentado en la tabla 18 (Cruzamientos del proyecto) del presente estudio (**Figura 50**).



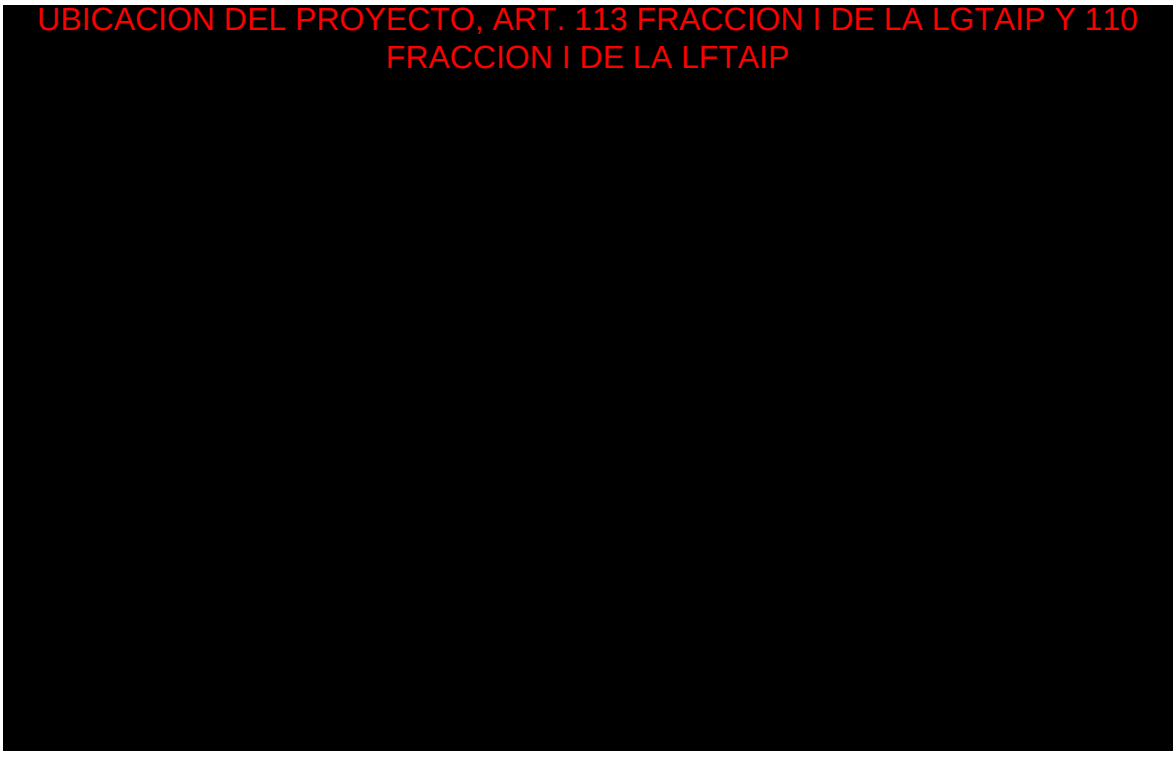
Sección IV.

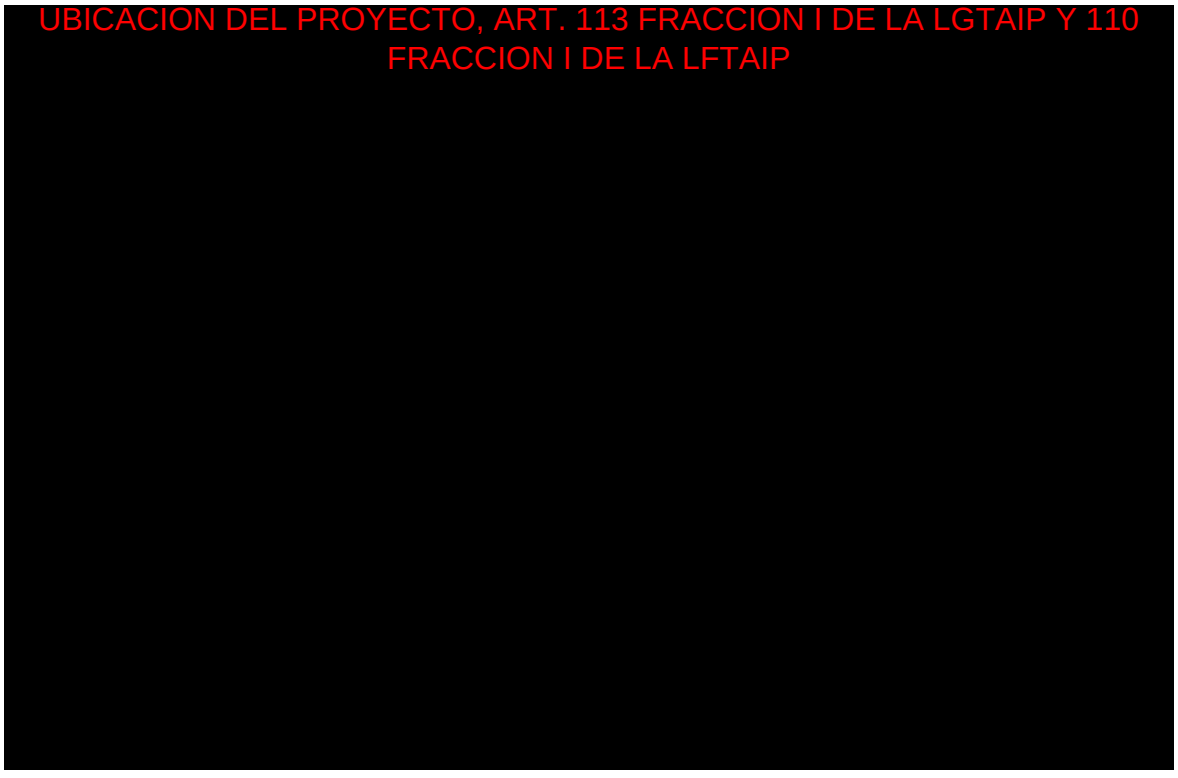
En cuanto a la Sección IV, dentro del **Proyecto** existe la presencia de una gran cantidad de escurrimientos intermitentes, sin embargo, se identifican únicamente cuatro 4 escurrimientos perennes, todos ellos ubicados en Campeche**.** Es importante mencionar que en Yucatán prácticamente no hay presencia de escurrimientos de ningún tipo. Asimismo, en esta sección, a nivel de **Proyecto** existen de cruces con cuerpos de agua perennes, para los cuales su identificación y ubicación presentado en la tabla 18 (Cruzamientos del Proyecto) del presente estudio (**Figura 51**).



Sección V y VI.

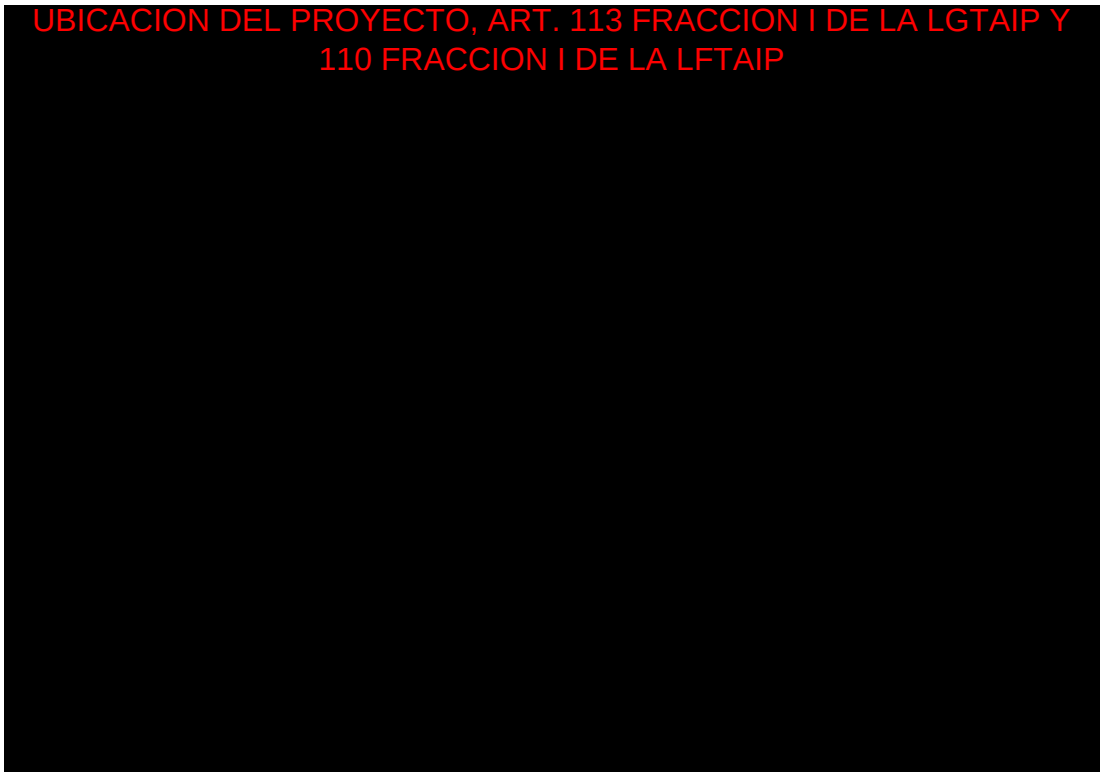
Dentro de la Sección V y de la Sección VI debido a las características propias de Yucatán, no hay presencia de cuerpos de agua superficiales (**Figura 52**).


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

A.5. Hidrología subterránea.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (**CONAGUA**), el área de estudio coincide con siete acuíferos, que en orden de tamaño de superficie son: Península de Yucatán, La Sierra, Los Ríos, Reforma, Macuspana, Palenque y Samaria – Cunduacan (**Figura 53**). A continuación, se describen las características de cada acuífero.



Acuífero Península de Yucatán.

Se explota por medio de miles de captaciones, la mayoría de las cuales están emplazadas en las porciones norte, oriental y sur poniente. Se han estimado aproximadamente 16,165 aprovechamientos, siendo las norias o pozos excavados los más numerosos, con los cuales se extraen pequeños caudales (entre 1 y 5 lps), principalmente para usos agrícola, doméstico y abrevadero y representan el 53% del número total de éstos. En menor cantidad, se extrae el agua mediante pozos perforados con profundidades entre 40 y 100 metros, éstos suministran gastos del orden de 50 lps en promedio a los principales núcleos de población. En algunos cenotes se extrae agua mediante bombas instaladas para diversos usos con caudales promedio entre 10 y 30 lps.

En la Península se extraen aproximadamente 1,300 hm^3 /año, volumen que se distribuye de la siguiente manera: cerca de 819 hm^3 /año se destinan a la actividad agropecuaria, a los núcleos de población y uso doméstico se les suministran anualmente un poco más de 402 millones de m^3 y poco más de 79 hm^3 son utilizados cada año en las instalaciones industriales y de servicios. En la distribución por estado, en Yucatán

se extrae del orden de los 758 hm^3 /año, lo que representa un 58% del volumen total, seguido por Campeche con 323 hm^3 /año, equivalente a un 25% y el estado de Quintana Roo con aproximadamente 219 m^3 que representan el 17%.

Acuífero La Sierra.

El acuífero queda localizado dentro de la región hidrológica Nº 30 del río Grijalva Usumacinta, la cual drena una cuenca (Grijalva-Villahermosa) de 10,586.6 km^2 dentro de la misma región hidrológica se localizan cinco acuíferos más, de los cuales Samaria-Cunduacán y Macuspana están comunicados superficialmente con el acuífero en cuestión por medio de los ríos: La Sierra y Puxcatán, respectivamente.

La zona acuífera queda prácticamente delimitada por los ríos Teapa y Puyacatengo, el primero se desarrolla en zonas planas, bordea la población de igual nombre y cambia su denominación a río de la Sierra, captando por margen derecha al río Puyacatengo que es su principal afluente, el cual corre paralelamente al primero y al entrar en zonas planas su cauce pierde capacidad y derrama una parte en las lagunas y pantanos que encuentra a su paso, el resto se descarga al río Grijalva por su margen derecha.

Acuífero Los Ríos.

El acuífero es de tipo libre e hidrológicamente se encuentra subexplotado, lo que equivale a que las reservas dinámicas (aquellas que en cada ciclo hidrológico entran y salen del sistema) puedan ser captadas mediante una distribución de bombeo adecuado en tiempo y espacio. Se establecieron dos zonas de recarga, una al oriente con dirección al occidente y otra al sur con dirección al norte, en dicho trayecto el acuífero va siendo alimentado por recarga vertical. De acuerdo a los gradientes hidráulicos de las curvas de igual elevación del nivel estático, se encontró que en la parte oriental existen 3 direcciones de flujo que convergen en la población de Balancán, descargando al río Usumacinta en donde a partir de este punto continúa la trayectoria con dirección noroeste, a desembocar a la Laguna de Términos, además otra marcada dirección es la porción norte del área con dirección oriente poniente. La reserva no extraída por bombeo, y debido a la poca profundidad del manto friático, su principal salida se lleva a cabo mediante la evapotranspiración directa.

Acuífero Reforma.

El cuerpo que almacena el agua subterránea está formado fundamentalmente por sedimentos granulares, principalmente arena de grano fino. En los trabajos previos realizados en esta zona, se encontró que entre los depósitos granulares que constituyen esta región se localizan dos acuíferos. El primero está evidenciado por un gran número de norias que en su mayoría son explotados manualmente, ya que el agua se encuentra almacenada en los horizontes arenosos del cuaternario, y ha sido denominado acuífero superior. El segundo es denominado acuífero inferior, del que se está explotando el agua contenida en sedimentos arcillosos del terciario; debido a sus características, este acuífero se considera del tipo semiconfinado, el cual está delimitado por estratos de baja permeabilidad.

Acuífero Macuspana.

La mayor parte de la recarga se debe a la infiltración del agua de lluvia en donde afloran las formaciones arenosas. Otra parte de la recarga proviene de la infiltración a lo largo de los cauces de los numerosos ríos y arroyos, aunque resulta difícil apreciar su importancia. Por su parte, la descarga tiene una amplia distribución espacial, una parte importante debe ocurrir por descarga a los ríos en la época de estiaje, otra parte se debe a las extracciones. Una parte muy importante ocurre debido a la evapotranspiración, otra parte sigue aguas abajo hasta descargar al Golfo de México. El comportamiento de este acuífero es de un acuífero libre. Las transmisividades obtenidas en pozos de este acuífero varían entre 1 x 10-4 m^2 /s y 5.1 x 10-3 m^2 /s, los caudales específicos varían entre 0.2 y 3.9 l/s/m.

Acuífero Palenque.

El área de Palenque se encuentra limitada al sur principalmente por grandes elevaciones topográficas, que conforma la región más septentrional de la sierra de Chiapas, dentro de esta zona se aprecia un gran número de pequeñas sierras y lomeríos.

De acuerdo con la información existente, el acuífero en explotación se encuentra alojado en los materiales clásticos no consolidados, que por sus características litológicas conforman un acuífero de tipo libre y espesor variable. Debajo de los materiales clásticos se ha medido un espesor de entre 4 y 50 metros de material granular producto de la erosión e intemperismo de las rocas graníticas, así como de los conglomerados jurásicos existentes en esta zona. Dichos materiales granulares presentan una buena permeabilidad; no obstante, la alteración de estas rocas ha generado el desarrollo de materiales limo-arcillosos.

Hidrológicamente el acuífero presenta una reducida extensión tanto horizontal como vertical, por lo que se puede inferir que el acuífero Palenque es de poca magnitud y bajo rendimiento, abasteciendo únicamente por medio de excavaciones poco profundas y medios mecánicos las necesidades de agua para uso doméstico de pequeñas comunidades.

Su principal fuente de recarga es la precipitación, captando además aportaciones de aguas laterales provenientes de rocas permeables, principalmente desde las porciones topográficamente altas, a través de los depósitos de talud.

Acuífero Samaria - Cunduacán.

Con el análisis de las secciones elaboradas en los trabajos previos, se ha llegado a la conclusión que el sistema opera como un acuífero semiconfinado, ya que se aprecia en un paquete arcillo-arenoso que contiene una serie de lentes de arenas y gravas. El área del acuífero se localiza en la planicie costera, por lo que se encuentra en un medio granular, poroso y con distintas permeabilidades debido a las diferentes litologías en las que se encuentra. El acuífero está delimitado en su parte superior por una capa arcillosa semipermeable, con un espesor promedio de 75 m; asimismo, en la configuración de la base del estrato semipermeable se

aprecia un estrato arcilloso con un espesor variable que va de 60 m en la porción oriente, haciéndose más potente al poniente donde alcanza espesores del orden de los 100 m; si se considera una elevación media del terreno de 10 m, el espesor promedio efectivamente es de 75 m. La recarga subterránea al acuífero ocurre por la porción sur y suroeste, proviniendo de la sierra de Chiapas, continuando su flujo subterráneo hacia el norte y noroeste del área, que es la misma dirección en la que se presentan las salidas subterráneas, las cuales recargan el acuífero de Centla.

Conceptualmente el acuífero es de tipo semiconfinado, el cual en condiciones estables opera con salidas verticales, no siempre por evaporación, sino porque al entrar un volumen considerable de aguas subterráneas por flujo horizontal al acuífero, el nivel estático asciende penetrando al paquete semipermeable. Desde el punto de vista práctico y económico sobre la explotación de las aguas subterráneas, de todo el relleno de la planicie, únicamente de los primeros 400 a 500 m son los que presentan interés. En este rango de profundidades la geología está representada por la Formación Paraje Solo, la cual generalmente se encuentra cubierta por sedimentos aluviales del Pleistoceno y Reciente, los que presentan poco espesor.

Tabla 21. Condiciones de los acuíferos presentes en el Proyecto, por secciones.

Clave	Acuífero	R (hm^3)	DNCOM (hm^3)	VCAS (m^3)	DAS (hm^3)	DÉFICIT
3105	Península de Yucatán	21,813.4	14,542.2	8,088,800	2386.926500	NA
2705	La Sierra	771.9	132.8	62,475,707	576,624293	NA
2707	Los Ríos	1,895.0	109.2	19,065,606	1766.734394	NA
0702	Reforma	2968.9	2750.2	40,138,090	576,624293	NA
2706	Macuspana	1667.0	107.3	50,312,810	1553.975161	NA
0701	Palenque	193.0	0.0	14,215,180	178.784820	NA
2703	Samaria - Cunduacán	546.6	127.0	50,312,810	369,287190	NA
R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: dispon bilidad media anual de agua subterránea.						

B. Aspectos bióticos.

B.1. Vegetación.

La vegetación es generalmente la principal porción biótica visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al medio, dándole un comportamiento fenológico sucesional a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

Para obtener las superficies de los diferentes tipos de vegetación se utilizó como referencia la carta de usos de suelo y vegetación Serie VI del **INEGI**. De acuerdo con esta fuente, agrupando los usos de suelo agrícolas

y acuícolas en una sola clase, respectivamente (AGRI y ACUI) y descartando las clases: a) desprovista de vegetación, b) urbano construido, c) sin vegetación aparente y d) agua, en el **Proyecto** se presentan 12 tipos de vegetación, muchos de ellos en diferentes estadios sucesionales.

En este sentido, en la **Tabla 22** se presentan las superficies desglosadas de uso de suelo y vegetación por sección para el **Proyecto**

Tabla 22. Uso de suelo y vegetación dentro área del Proyecto.

Sección	Clave	Uso de Suelo/Tipo de vegetación	Área del Proyecto	
I	ADV	Área desprovista de vegetación	220,773.44 m²	22.07 ha
	Total de la Sección I		**220,773.44 m²**	**22.07 ha**
II	ADV	Área desprovista de vegetación	1,201,074.70 m²	120.11 ha
	PC	Pastizal cultivado	8.08 m²	0.00 ha
	TP	Agricultura de temporal permanente	890.99 m²	0.09 ha
	Total de la Sección II		**1,201,973.77 m²**	**120.20 ha**
III	AH	Urbano construido	128,785.76 m²	12.88 ha
	H2O	Agua	30,201.57 m²	3.02 ha
	PC	Pastizal cultivado	5,633,639.06 m²	563.36 ha
	PI	Pastizal inducido	135,195.69 m²	13.52 ha
	RA	Agricultura de riego anual	271,129.55 m²	27.11 ha
	RP	Agricultura de riego permanente	138,918.28 m²	13.89 ha
	TA	Agricultura de temporal anual	348,769.52 m²	34.88 ha
	TP	Agricultura de temporal permanente	126,058.24 m²	12.61 ha
	TS	Agricultura de temporal semipermanente	24,177.79 m²	2.42 ha
	VS	Sabana	77,428.65 m²	7.74 ha
	VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	354,535.49 m²	35.45 ha
	VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,034,952.97 m²	103.50 ha
	VT	Tular	163,533.50 m²	16.35 ha
	Total de la Sección III		**8,467,326.07 m²**	**846.73 ha**
IV	ACUI	Acuícola	19,701.08 m²	1.97 ha
	ADV	Área desprovista de vegetación	21,679.19 m²	2.17 ha
	AH	Urbano construido	285,135.83 m²	28.51 ha
	BC	Bosque cultivado	201,715.03 m²	20.17 ha
	H2O	Agua	4,004.39 m²	0.40 ha
	PC	Pastizal cultivado	1,775,974.29 m²	177.59 ha
	PI	Pastizal inducido	505,990.48 m²	50.60 ha
	RAP	Agricultura de riego anual y permanente	185,188.62 m²	18.52 ha
	RP	Agricultura de riego permanente	29,194.37 m²	2.92 ha
	TA	Agricultura de temporal anual	479,887.87 m²	47.99 ha

Sección	Clave	Uso de Suelo/Tipo de vegetación	Área del Proyecto	
	TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	54,200.64 m²	5.42 ha
	TP	Agricultura de temporal permanente	228,771.40 m²	22.88 ha
	TS	Agricultura de temporal semipermanente	128,589.10 m²	12.86 ha
	VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	14,113.31 m²	1.41 ha
	VSa/SBQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia	41,357.96 m²	4.14 ha
	VSA/SMC	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia	3,569,275.83 m²	356.93 ha
	VSa/SMC	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	365,050.42 m²	36.51 ha
	VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	168,199.80 m²	16.82 ha
	VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	196,094.87 m²	19.61 ha
	VSa/SMS	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	202,119.35 m²	20.21 ha
	VT	Tular	105,594.02 m²	10.56 ha
	Total de la Sección IV		**8,581,837.88 m²**	**858.17 ha**
V	AH	Urbano construido	120,746.82 m²	12.07 ha
	VSA/SMC	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia	10,102.70 m²	1.01 ha
	Total de la Sección V		**130,849.52 m²**	**13.08 ha**
VI	ADV	Área desprovista de vegetación	4,174.76 m²	0.42 ha
	AH	Urbano construido	118,692.64 m²	11.87 ha
	PC	Pastizal cultivado	258,976.02 m²	25.90 ha
	RP	Agricultura de riego permanente	24,125.40 m²	2.41 ha
	TA	Agricultura de temporal anual	923,405.01 m²	92.34 ha
	VSa/SMC	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	2,235,265.17 m²	223.53 ha
	VSA/SMC	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia	246,125.56 m²	24.61 ha
	VSa/SMS	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	845,255.00 m²	84.53 ha
	VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	355,864.73 m²	35.59 ha
	Total de la Sección VI		**5,011,884.27 m²**	**501.19 ha**
Total de las 6 secciones			**23,614,644.96 m²**	**2,361.45 ha**

A continuación, se describen los usos de suelo y vegetación que se desarrollan en el área de estudio.

Acuícola.

Este uso de suelo se encuentra dentro del sistema hidrobiológico, el cual se refiere a superficies dedicadas al cultivo de especies acuáticas de acuerdo con un fin productivo que incluye: acuicultura, piscifactorías y granjas acuícolas.

Agricultura.

De acuerdo con el suministro de agua a los cultivos pueden ser de tres tipos:

- Temporal: Cuando el agua necesaria para su desarrollo vegetativo es suministrada por la lluvia.

- Riego: Cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera.
- Humedad: Cuando se aprovecha la humedad del suelo, independientemente del ciclo de las lluvias y que aún en época seca conservan la humedad, por ejemplo, zonas inundables, como pueden ser los lechos de los embalses cuando dejan de tener agua.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.
- Semipermanentes: Su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.
- Permanentes: La duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y la mayoría de los frutales.

Bosque cultivado (BC).

Este tipo de vegetación se establece por medio de la siembra de diversas especies vegetales de crecimiento arbóreo, principalmente en áreas que presentan perturbaciones por actividades humanas. También se le conoce como bosque artificial ya que es resultado de un proceso de reforestación, generalmente con especies exóticas. Este tipo de reforestación se hace con fines ornamentales y forestales, asimismo se busca conservar el suelo frenando la erosión. Algunas de las principales especies empleadas son *Pinus sp*. (pino), *Eucaliptus sp*. (eucalipto), *Cupressus sp*. (cedro), *Casuarina sp*. (casuarina), *Schinus molle* (pirul), *Populus sp*. (álamo o chopo), *Fraxinus sp*. (fresno) y *Alnus sp*. (aíle), entre otros (INEGI, 2009).

Bosque de encino (BQ).

Este tipo de vegetación está integrado por una amplia diversidad de comunidades distintas del género *Quercus*. Se distribuye en zonas montañosas a lo largo de la Sierra Madre Occidental, las sierras madre Oriental, del Sur y del Sur de Chiapas, el Eje Neovolcánico, la Sierra Norte de Oaxaca y los Altos de Chiapas, así como en distintas serranías y montañas aisladas en el Altiplano y entremezclados en las planicies tropicales (Challenger y Soberón 2008). Ya que muchas de las especies del género *Quercus* en México son caducifolias, en general, los bosques dominados por estas especies se comportan de manera similar (Rzedowski y Huerta 1994)

Los encinares se distribuyen en todos los estados del país, excepto en Quintana Roo, a altitudes que van desde 0 a 3,100 msnm. Una característica de los encinares de la vertiente del Golfo de México es la presencia de *Quercus oleroides* (Rzedowski y Huerta 1994). En los estados de la península de Yucatán se presenta la

menor diversidad de especies del género *Quercus*, donde ésta especie es la única presente en los encinares (Valencia-A 2004).

En el estado de Tabasco se presentan pequeñas superficies de estos encinares tropicales en lomeríos de los municipios de Huimanguillo, Balancán y Tenosique. Están conformamos por comunidades casi puras de *Q. oleroides* y rodeados por especies arbóreas como el nanche (*Byrsonima crassifolia*), *Miconia argéntea* y tachitón (*Curantella americana*) (CONABIO 2019).

En Chiapas, este tipo de vegetación es característico de las zonas montañosas de los municipios de Zinacantán, Bochil, Comitán, La Trinitaria, así como en la vertiente interior de la Sierra Madre de Chipas, donde se desarrolla en suelos someros y con cantidades importantes de materia orgánica sin descomponer (Villalobos 2013).

Pastizal cultivado (PC).

Se define como el tipo de vegetación que se ha introducido intencionalmente en un territorio mediante el cultivo y el manejo. Algunas de las especies empleadas son *Digitaria decumbens, Pennisetum ciliaris, Panicum máximum* y *Panicum purpurascens* (INEGI, 2009). El equivalente aproximado de este tipo de vegetación es el pastizal (Rzedowski y Huerta 1994), donde las gramíneas son dominantes, ya sea por sucesión de comunidades o bien de manera artificial mediante el pisoteo de los animales y los incendios, condiciones que se mantienen para su aprovechamiento en la ganadería. Las actividades humanas tienden a la expansión de estas áreas a costa de otros tipos de vegetación. Algunas de las especies más representativas son del género *Bouteloua*, como, *B. gracilis*, *B. curtipendula*, *B. hirsuta*, *B. rothrockii*, *B. radicosa, B. repens, B. eriopoda, B. chondrosioides* y *B. scorpioides*.

El estado de Campeche, tanto los pastizales cultivados como los inducidos tienen una distribución dispersa y son resultado de la tala intencional de vegetación natural con fines ganaderos. Algunas de las especies características son *Panicum hirsutum*, *P. máximum, Cenchrus incertus* y *Digitaria insularis* (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega 2010).

En Chiapas, las mayores extensiones se localizan en la costa, piedemonte de la Sierra Madre de Chiapas al sur, en la Llanura costera del Golfo al norte, en la subregión Cañadas en la Selva Lacandona al oriente y muy particularmente en los municipios de Marqués de Comillas y Benemérito de Las Américas y en la Depresión Central en la parte centro-oriente y en los márgenes del estado, en altitudes que oscilan entre los 0 y los 1000 msnm (CONABIO 2013).

En el estado de Yucatán es posible encontrar pastizales cultivados en planicies de clima cálido, seco y semicálido; se pueden encontrar asociados a otras comunidades vegetales como selva mediana subperennifolia y milpa tradicional de roza-quema (Durán y Méndez 2010).

Pastizal inducido (PI).

Esta comunidad se desarrolla cuando la vegetación original es eliminada por actividades como el desmonte, incendios y abandono de zonas agrícolas. En este tipo de comunidades vegetales la influencia humana es muy variable y no siempre son parte de un proceso de sucesión natural, sino que se establecen y mantienen debido al disturbio producido como la tala y los incendios (INEGI 2009).

Selva alta perennifolia (SAP).

Este tipo de vegetación es la de mayor desarrollo en México, los árboles alcanzan más de 30 m de altura, su distribución abarca altitudes de 0 a 1,500 msnm en las zonas más húmedas con precipitaciones anuales de 2,000 a 4,000 m y una temperatura media anual mayor a 20°C. Se ubican en Veracruz, Oaxaca, Chiapas, el suroeste de Campeche y porciones de Tabasco, en suelos con buen drenaje. La región de Lacandona al norte de Chiapas es la que se encuentra mejor conservada, así como también algunos sitios de la Llanura Costera del Golfo Sur (INEGI, 2017).

El Bosque tropical perennifolio, equivalente a esta comunidad vegetal de acuerdo con el sistema de clasificación de Rzedowski y Huerta (1994), ocupaba aproximadamente el 11% de la superficie de del país, de este total solo la décima parte poseía características florísticas que semejantes al clímax, ya que el resto presentaba asociaciones con zonas agrícolas y pastizales artificiales. Comúnmente se desarrolla en altitudes de 0 a 1,000 msnm, en Chiapas puede alcanzar hasta los 1,500 msnm, mientras que en San Luis Potosí el límite es de 600 msnm. Su temperatura media anual mínima es de 20°C y la máxima rara vez supera los 26°C. Por otra parte, la precipitación media anual oscila entre los 1500 y los 3000 mm, sin embargo, en algunas zonas sobrepasa los 4000 mm y los meses de sequía anualmente, por lo general son menos de 3, en la Península pueden ser de 4 a 5 meses.

En Campeche, considerando que las selvas altas y medias subperennifolias son un equivalente aproximado, puede ser encontrado en la parte central y al sureste, así como colindando en franja paralela al límite con Quintana Roo (ocupa casi todo el municipio de Calakmul), además ocupa porciones dispersas en los municipios de Escárcega, Candelaria y Palizada. También, hay registro de esta vegetación al norte del estado, pero solo como manchones con relación a otros tipos de vegetación. La temperatura media anual donde se desarrolla es de 27°C, la precipitación es de 1,300 mm y la altura máxima de los árboles oscila entre los 30 y los 35 m, sin embargo, en época de sequía los árboles pierden el 25% de sus hojas. Algunos árboles representativos son; *Manilkara zapota, Swetenia macrophylla, Bucida buceras* y *Brosimum alicastrum* (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega, 2010).

En el estado de Chiapas se distinguen dos estratos, en el estrato superior los árboles alcanzan alturas de más de 30 m, la máxima registrada es de 50 m. El segundo estrato tiene individuos con alturas que oscilan entre los 5 y los 20 m. Se distribuye de los 0 a los 1,000 msnm, aunque en algunas zonas alcanza los 1,500 msnm. Tiene una presencia importante en la Selva Lacandona y en la parte norte del estado (CONABIO, 2013).

En Tabasco los árboles alcanzan alturas de más de 40 m. En la Sierra Madrigal, Cerro de Coconá, Teapa y en el Parque Estatal de Agua Blanca, las especies dominantes son *Brosimum alicastrum* y *Dialium guianense*, mientras que en Macuspana las especies que sobresalen son *Manilkara zapota* y *Terminalia amazonia*. En el ejido Villa Guadalupe, sierra de Huimanguillo dominan las especies de *Terminalia amazonia, Calycophylum candiisimum, Simira salvadorensis* y *Guatteria anómala* (CONABIO, 2019).

La selva mediana subperennifolia, como equivalente aproximado, es la comunidad vegetal más extensa en el estado de Yucatán, que se distribuye en los municipios de Tizimín, Tekax, Peto y Tzucacab. Los árboles alcanzan alturas de 15 a 20 m, además, el 25% de ellos pierde sus hojas en la época de sequía. Las especies arbóreas dominantes en el estado son *Ceiba pentandra, Enterolobium cyclocarpum, Manilkara zapota, Piscidia piscipula, Lysiloma latisiliquum, Gliricidia maculata, Alvaradoa amorphoides, Brosimun alicastrum, Bursera simaruba, Swartzia cubensis, Alseis yucatanensis, Lonchocarpus castilloi, Platymiscium yucatanun, Sweetia panamensis, Spondias mombin* y *Cordia dodecandra*. Además, se puede encontrar este tipo de vegetación en planicies de clima calido, seco y semiseco como los Petenes de Celestún (selva alta y mediana perennifolia), en la Planicie Chemax-Oriente (selva mediana subperennifolia) y la Planicie Falla de Holbox (selva mediana subperennifolia) (Durán y Méndez, 2010).

Selva baja caducifolia (SBC).

Es una selva de menos de 15 m de altura promedio en la que los árboles pierden casi completamente sus hojas en la temporada seca. Se distribuye en climas cálidos con temperatura media anual mayor a los 20° C y precipitación media anual entre 500 y 1,200 mm (Miranda y Hernández 1963).

Este tipo de selva, junto con la selva baja subcaducifolia, se encuentra bien representada en el norte del estado de Campeche; se extiende de manera gradual desde el norte del municipio de Champotón hacia el estado de Yucatán. Se establecen en suelos planos o ligeramente inclinados que presentan afloramientos rocosos; los individuos del estrato arbóreo no superan los 10 m de altura (Noriega-Trejo y Arteaga 2010). Los árboles característicos son el chak ch´ooy (*Cochlospermum vitifolium*), el chak kiis (*Gyrocarpus americana*), el silil (*Diospyrus cuneata*), el pixoy (*Guazuma ulmifolia*) y el chak kuy che´ (*Pseudobombax ellipticum*) (Palacio et al., 2002).

En Chiapas se distribuye en la Planicie Costera del Pacífico y en las planicies, laderas y cimas bajas de la Depresión Central. Presenta una estación seca que dura entre 4 y 6 meses en la que la mayor parte del estrato arbóreo pierden su follaje y presentan floración sincrónica y asincrónica entre las diferentes especies. Se puede reconocer un estrato arbóreo de entre 15 y 20 m de altura, con algunos individuos emergentes de hasta 25 m; en cañadas y áreas más húmedas con suelos profundos, algunos individuos alcanzan hasta 30 m (González y Ramírez 2013).

A lo largo del litoral del estado de Yucatán se distribuye una variante más xerófila denominada selva baja con cactáceas candelabriformes. Esta comunidad vegetal se desarrolla en suelos muy someros con grandes

afloramientos rocosos en forma de lajas y alta pedregosidad; Los árboles mayores alcanzan hasta los 9 metros y forman un dosel muy abierto y discontinuo en el que prácticamente la totalidad de los elementos arbóreos pierden sus hojas durante la temporada seca. Algunas de las especies arbóreas características son: *Bursera simaruba* (chacaj), *Caesalpinia gaumeri* (kitim che'), *Acacia pennatula* (chimay), *Metopium brownei* (chechem), *Gymnopodium floribundum* (ts'iits'il che'), *Havardia albicans* (chukum), *Jatropha gaumeri* (pomol che'), *Neomillspaughia emarginata* (sak iitsa'), *Mimosa bahamensis* (sak kaatsim), *Guazuma ulmifolia* (pixoy), *Ceiba aesculifolia* (pi'im), *Alvaradoa amorphoides* (beel siini che'), *Sideroxylon obtusifolium* (puts' mucuy), *Plumeria obtusa* (nikte'ch'oom), *Caesalpinia yucatanensis* (k'aan pok'ool chuun), *Diospyros cuneata* (siliil) y *Pithecellobium dulce* (pili'il) (Durán y Méndez 2013).

Selva baja perennifolia (SBP).

La selva baja perennifolia, equivalente al bosque tropical perennifolio (Rzedowski y Huerta 1994), se desarrolla en sitios de inundación permanente dentro de las zonas selváticas, asociada en ocasiones con zonas de manglar, y distribuida en la llanura costera del sur de Veracruz y Tabasco, la Península de Yucatán y la Sierra del Soconusco, Chiapas (Challenger y Soberón 2008).

Una característica distintiva de estas comunidades en el estado de Campeche es que la mitad del año permanecen inundadas. Los árboles característicos de estas selvas son el tinto (*Haematoxylum campechianum*), el chooch kitam (*Hyperbaena winzerlingii*), el boob chi´ich´ (*Coccoloba cozumelensis*), el sak cheechem (*Cameraria latifolia*) y el satj´iitsa (*Neomillspaughia emarginata*) (Palacio et al. 2002).

Se presentan generalmente en terrenos kársticos de drenaje muy rápido y suelos someros, aunque toleran bien el anegamiento y se presentan en laderas, presenta mejor desarrollo en terrenos planos (Rzedowski y Huerta 1994).

En Campeche se puede encontrar en manchones dispersos en todo el estado. El clima predominante donde se desarrollan es el cálido húmedo con lluvias en verano y los terrenos se inundan aproximadamente la mitad del año. Algunos de los árboles característicos son *Haematoxylum campechianum, Hyperbaena winzerlingii, Coccoloba cozumelensis, Cameraria latifolia* y *Neomillspaughia emarginata* (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega, 2010).

En el estado de Chiapas se desarrolla en la parte norte del municipio de Juárez y en algunas partes de Ocosingo, así como en la Sierra Madre de Chiapas. Crece en climas cálido-húmedos y subhúmedos, en terrenos inundados permanentemente, en altitudes de entre 1,400 y 1,900 msnm. Los árboles alcanzan una altura promedio de 7 m (CONABIO, 2013).

En Tabasco está representada por especies de crecimiento arbóreo de mínimo 15 m de altura. Se localizan en llanuras aluviales bajas y palustres, así como en depresiones entre cordones de playa en la Reserva de la

Biosfera Pantanos de Centla. Es importante mencionar que la inundación dura varios meses y es factor determinante para este tipo de vegetación (CONABIO, 2019).

Considerando la equivalencia aproximada, la selva mediana subperennifolia en el estado de Yucatán solo está representada en su extremo nororiental, en el municipio de Tizimín y en la parte sur de los municipios de Tekax, Peto y Tzucacab. Los árboles alcanzan una altura que varía de 15 a 20 m, además, el 15% de ellos pierden sus hojas durante la temporada seca. Algunas de las especies dominantes en Yucatán son *Ceiba pentandra, Enterolobium cyclocarpum, Manilkara zapota, Piscidia piscipula, Lysiloma latisiliquum, Gliricidia maculata, Alvaradoa amorphoides, Brosimun alicastrum, Bursera simaruba, Swartzia cubensis, Alseis yucatanensis, Lonchocarpus castilloi, Platymiscium yucatanun, Sweetia panamensis, Spondias mombin* y *Cordia dodecandra* (Durán y Méndez 2010).

Selva baja espinosa subperennifolia (SBQ).

Este tipo de vegetación es un tanto heterogénea, son comunidades vegetales que tienen en común la característica de ser bosques bajos y cuyos componentes son arboles espinosos. Se desarrollan a menudo en lugares con clima más seco que el correspondiente al boque tropical caducifolio, pero a la vez, más húmedo que el propio de los matorrales xerófilos. Ocupa suelos profundos y mal drenados que se inundan temporalmente, excepto en la Planicie costera y Península de Yucatán.

En Chiapas y en la Península de Yucatán su distribución es discontinua, pues se presenta en forma de mosaico con otros tipos de vegetación. La flora de la selva baja espinosa se encuentra distribuida en manchones en todo el estado, en particular en los municipios de Champotón y Hopelchén, las especies características son el palo de tinto (*Haematoxylum campechianum*), chooch kitam (*Hyperbaena winzerlingii*), boob chi ich (*Coccoloba cozumelensis*), sak cheechem (*Cameraria latifolia*), satji itsa (*Neomillspaughia emarginata*) las cuales tienen importancia económica y cultural por la extracción de productos maderables y no maderables.

Selva baja subcaducifolia (SBS).

Se distribuye al poniente de Yucatán, al norte de Quintana Roo y en la Costa Maya. Los climas en que se desarrollan son del tipo semicálido subhúmedo y seco semicálido con temperaturas que oscilan entre los 16°C y los 36°C, se desarrollan a una altitud entre los 50 a 100 msnm, sobre suelos poco desarrollados y poco profundos. Impactan visualmente los elementos de *Beaucarnea pliabilis* y *Pseudophoenix sargentii*. El estrato superior típico lo componen elementos con 5 a 6 metros de altura como: chechén negro (*Metopium brownei*), tsalam (*Lysiloma bahamensis*), pomolche' (*Jatropha gaumeri*), chaka´ (*B. simaruba*), zapote, ya´axnik (*Vitex gaumeri*), sak-katsim (*Mimosa bahamensis*), kitamche' (*Caesalpinia gaumeri*), akits (*Thevetia gaumeri*), boob (*Coccoloba barbadensis*). En el estrato intermedio se presentan elementos de 2 a 3 metros de altura como Nancen (*Byrsonima crassifolia*), flor de mayo (*Plumeria rubra*), ts'ipil (*Beaucarnea pliabilis*), palma kuka' (*Pseudophoenix sargentii*), palma de wano, katalox (*Swartzia cubensis*), chí´may (*Pithecellobium dulce* y

Havardia albicans) y *Croton spp*. En el estrato inferior se encuentran especies de 1 a 2 m de altura como: Subin (*Acacia sp*.), pata de vaca (*Bauhinia sp*.) y subinche' (*Platymiscium yucatanum*).

Son especies importantes de este tipo de vegetación *Metopium brownei* (boxchechén), *Lysiloma latisiliqua* (tsalam), *Beaucarnea pliabilis* (ts'ipil), *Pseudophoenix sargentii* (kuka'), *Agave angustifolia* (ki, babki'), *Bursera simaruba* (chaka'), *Nopalea gaumeri* (tsakam), *Bromelia pinguin* (ch'om), *Coccoloba sp* (boop) y *Thevetia gaumeri* (akits) (INEGI, 2017).

En Campeche se distribuye en parte sur del estado, desde la parte centro-norte de la meseta de Zohlaguna, municipio de Calakmul. La altura de los árboles varia de los 10 a los 20 m y en época de sequía dejan caer hasta el 75% de sus hojas. Algunos de los árboles característicos son E*nterolobium cyclocarpun, Metopium brownei, Ceiba pentandra* y *Vitex gaumeri*. Este tipo de vegetación es la más representativa del estado al ser parte de la unidad natural conocida como selva Maya, sin embargo, se ha reducido en forma importante desde tiempos prehispánicos por la extracción de diversos productos maderables y no maderables, algunos de ellos son látex, plantas medicinales y fibras (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega, 2010).

En el estado de Chiapas, considerando a la selva mediana subcaducifolia como equivalente aproximado, prospera en climas cálidos más secos, en altitudes de 150 a 1,250 msnm. Los árboles poseen una altura máxima que oscila entre los 15 y los 30 m. Se ubica en los municipios de Cintalapa y la Concordia; en la vertiente exterior de la Sierra Madre de Chiapas en los municipios de Arriaga y Tonalá.

En Yucatán, considerando como equivalente aproximado a la selva baja caducifolia, se distribuye en el litoral del estado, desde el puerto Sisal hasta Ría Lagartos. Una particular de esta selva es que presenta especies de cactáceas candelabriformes.

Selva de galería (SG).

Este tipo de selva se distribuye en la Llanura Costera del Golfo Sur, en zonas de climas cálidos húmedos y subhúmedos, asociada al borde de arroyos y ríos. La temperatura media anual donde se distribuye oscila entre los 20 y 29°C y la precipitación media anual va entre 600 y 3,000 mm. El rango de su distribución altitudinal generalmente varía entre los 0 y los 1,500 m. Se desarrolla en condiciones de alta humedad, en sitios con inundación permanente. El estrato arbóreo es el dominante, constituido por individuos con altura promedio de 7 m o más, generalmente perennifolios. Algunas especies características son *Pachira aquatica* (zapote de agua), *Annona glabra* (anona), *Chrysobalanus icaco* (icaco) y *Calophyllum brasiliense* (INEGI, 2017).

Selva mediana caducifolia (SMC).

Este tipo de vegetación, equivalente al bosque tropical caducifolio (Rzedowski y Huerta 1994), abarca un conjunto de bosques que se desarrollan en climas cálidos y dominados por especies arborescentes que pierden sus hojas en la temporada seca. Se desarrolla entre los 0 y 1,900 msnm. La temperatura media anual va de los 20 a los 29° C. El régimen de humedad es el factor de mayor importancia para su distribución; se

presentan en sitios con dos estaciones marcadas: la lluviosa y la seca, en la que el número de meses consecutivos varía de 5 a 8.

En Campeche se distribuye en toda la parte sur de, desde de la parte centro-norte de la meseta de Zohlaguna, en el municipio de Calakmul, hacia el noroeste del estado abarcando casi más de la mitad con el límite de Yucatán. Los árboles característicos de estas selvas son el pich (*Enterolobium cyclocarpun*), el chechem negro (*Metopium brownei*), la ceiba (*Ceiba pentandra*) y el ya´axnik (*Vitex gaumeri*) (Noriega-Trejo y Arteaga 2010).

En el estado de Chiapas se presenta en los municipios de Cintalapa y La Concordia; y en la vertiente exterior de la Sierra Madre de Chiapas, en los municipios de Arriaga y Tonalá (CONABIO, 2013).

Selva mediana subperennifolia (SMQ).

Ante la complejidad de asociaciones vegetales que integran este tipo de vegetación (bosque tropical perennifolio), diversos investigadores proponen subdividirlo de acuerdo con el grado de exuberancia y en la proporción de plantas de hoja decidua (Rzedowski 1978). Así, una característica de la selva mediana subperennifolia es la pérdida del follaje de casi una cuarta parte de los elementos arbóreos que la componen durante la temporada seca (Miranda y Hernández 1963; Pennington y Sarukhán 2005; Noriega-Trejo y Arteaga 2010).

La vegetación de estas selvas es fundamentalmente de afinidad neotropical. A pesar de la elevada riqueza de especies que presentan, no existe una alta variación en la composición de especies entre sitios, es decir, su diversidad beta es relativamente baja (Challenger y Soberón 2008) y, en el caso de México, destaca la escasez de especies endémicas (Rzedowski 1978).

Se desarrolla comúnmente en altitudes entre 0 y 1,000 m; la isoterma de 0°C de temperatura mínima extrema es uno de los factores que determinan la distribución de este tipo de vegetación. La temperatura media anual no es menor a 20°C y rara vez supera los 26°C. La precipitación media anual es a menudo de 1,500 a 3,000 mm, sin embargo, los límites hacia el noreste de la Península de Yucatán coinciden con las isoyetas de 1,000 y 1,200 mm. El número de meses secos es menor a tres por año, pero en las regiones limítrofes puede ser de cuatro o cinco. Se desarrollan frecuentemente en terrenos kársticos y suelos someros de drenaje muy rápido (Rzedowski 1978).

En este tipo de vegetación los árboles llegan a medir de 30 hasta 35 m de altura (Noriega-Trejo y Arteaga 2010). Es común pueda igualar en altura a la selva alta perennifolia, pero la naturaleza rocosa y la pendiente de los terrenos donde se encuentra impide el desarrollo de árboles extremadamente grandes; además, es frecuente la abundancia de palmas en el estrato inferior (Pennington y Sarukhán 2005).

Las selvas altas y medianas subperennifolias son los tipos de vegetación que originalmente ocupaban la mayor extensión del estado de Campeche. En la actualidad se encuentran como masas boscosas en el centro y sur sureste. Este tipo de vegetación se presenta a) formando una ancha franja paralela al límite con el estado de

Quintana Roo, ocupando casi en su totalidad al municipio de Calakmul y b) a manera de parches dispersos abarcando diferentes regiones de los municipios de Escárcega, Candelaria y Palizada (Noriega-Trejo y Arteaga 2010). El árbol dominante en esta zona es el zapote o chicozapote (*Manilkara zapota*), al que se asocian con frecuencia la caoba, el pucté (*Bucida buceras*) y el ramón (*Brosimum alicastrum*) entre otros (Miranda y Hernández 1963). El estrato arbustivo superior se compone principalmente de Ficus spp (Moraceae), *Bursera simaruba* (Burseraceae), *Sickingia salvadorensis* (Rubiaceae), *Chlorophora tinctoria* (Moraceae), *Enterolobium cyclocarpum* (Leguminosae), *Sapindus saponaria* (Sapindaceae) *y Acrocomia mexicana* (Arecaceae) Otra comunidad ampliamente distribuida es la de *Vitex gaumeri-Caesalpinia gaumeri*, cuyas especies características son *Acacia gaumeri (Leguminosae), Byrsonima bucidaefolia* (Malphigiaceae)*, Alseis yucatanensis* (Rubiaceae)*, Spondias mombin* (Anacardiaceae), *Diospyros verae-crucis* (Ebenaceae) y *Caesalpinia gaumeri* (Leguminosae) (Alexander *et al*. 2015).

Selva mediana subcaducifolia (SMS).

Esta comunidad vegetal se desarrolla en regiones cálidas subhúmedas con lluvias en verano, donde la precipitación anual oscila entre 1,000 y 1,250 mm y la temperatura media anual es de 25.9 a 26.6° C, en los que se presenta con una temporada seca muy bien definida y prolongada. Algunas de las especies características de este tipo de selvas son: *Hymenaea courbaril* (guapinol, capomo), *Hura polyandra* (jabillo, habillo), *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo, ojoche), *Lysiloma latisiliquum*, *Enterolobium cyclocarpum* (pich, parota, orejón), *Piscidia piscipula* (habin), *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato), *Agave* sp. (ki), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Ficus spp.* (amate), *Aphananthe monoica*, *Astronium graveolens*, *Bernoullia flammea, Sideroxylon cartilagineum, Bursera arborea, Calophyllum brasiliense, Cordia alliodora, C. elaeagnoides, Tabebuia donnellsmithii, Dendropanax arboreus, Ficus cotinifolia, F. obtusifolia, F. maxima, Luehea candida, Lysiloma divaricatum, Sideroxylon capiri, Attalea cohune, Swietenia humilis, Tabebuia impetiginosa, T. rosea, Acacia polyphylla, Apoplanesia paniculata, Trichospermum mexicanum, Bursera excelsa, Jacaratia mexicana, Ceiba aesculifolia, Coccoloba barbadensis* y *Cordia seleriana,* entre otras (INEGI, 2017).

En Campeche, al igual que la selva mediana caducifolia, se distribuye en toda la parte sur de, desde de la parte centro-norte de la meseta de Zohlaguna, en el municipio de Calakmul, hacia el noroeste del estado abarcando casi más de la mitad con el límite de Yucatán. Los árboles característicos de estas selvas son el pich (*Enterolobium cyclocarpun*), el chechem negro (*Metopium brownei*), la ceiba (*Ceiba pentandra*) y el ya´axnik (*Vitex gaumeri*) (Noriega-Trejo y Arteaga 2010).

En el estado de Chiapas, al igual que la selva mediana caducifolia, se presenta en los municipios de Cintalapa y La Concordia; y en la vertiente exterior de la Sierra Madre de Chiapas, en los municipios de Arriaga y Tonalá (CONABIO 2013).

Es una de las comunidades vegetales características del estado de Yucatán, donde se extiende desde la parte nororiental hacia el suroeste, pasando por el centro para internarse en el estado de Campeche. Se desarrolla

en suelos pedregosos y está conformada por un estrato arbóreo de entre 10 y 15 m de altura. El 75% de los individuos arbóreos pierden sus hojas en la temporada seca. Algunas especies características en el estado son *Acacia cornígera, Acacia pennatula, Cedrela odorata, Gliricidia maculata, Enterolobium cyclocarpum, Caesalpinia gaumeri* y *Metopium brownei* entre otras (Flores et al. 2010).

Popal (VA).

Es una comunidad de herbáceas que se desarrolla en terrenos pantanosos de alrededor de un metro de profundidad (Miranda y Hernández 1963) que presenta una altura de entre 1 y 3 m, cuyas hojas anchas de color verde claro sobresalen del agua formando masas muy densas. Las especies que comúnmente dominan en los popales son *Thalia geniculata* (platanillo) y especies de los géneros *Calathea* y *Heliconia* (Rzedowski y Huerta 1994). Crecen sobre gleysoles parcial o permanentemente inundados (Medrano 2004). En las partes menos profundas de los popales abundan especies acuáticas de las gramineas *Leersia*, *Paspalum, Panicum, Oryza, Zizaniopsis* e *Ilymenachne*. En la orilla de ríos y arroyos de la parte baja de planicies y declives del Golfo pueden existir agrupaciones puras de la gramínea *Gynerium sagittatum* (Miranda y Hernández 1963).

Los popales de Campeche se localizan en lugares bajos, en las márgenes de los petenes, en la periferia de la laguna de Términos y las selvas bajas inundables (akalché) (Gutiérrez 2010). En Chiapas se distribuyen en las zonas pantanosas de los municipios de Pijijiapan, Mazatán, Huixtla, Huehuetán y Villa Comaltitlán (Tovilla y Orihuela 2013). En Tabasco, las extensiones de esta comunidad vegetal mejor conservadas se localizan en la reserva de la biosfera Pantanos de Centla (CONABIO, 2019).

Manglar (VM).

Los manglares son comunidades vegetales costeras formadoras de hábitat que proveen una gran cantidad de servicios ecositémicos (Himes-Cornell et al. 2018). En ellas, en general predominan una o dos de las cuatro principales especies de mangle que se distribuyen en México: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (botoncillo) (Challenger y Soberón 2008). Son formaciones leñosas, densas arbustivas o arbóreas de entre 2 a 25 m de altura, prácticamente sin herbáceas, trepadoras ni epífitas. Algunas especies presentan raíces zancas y neumatóforo que, junto con la frecuente viviparidad y la alta presión osmótica de sus tejidos, le confieren a esta comunidad una fisionomía característica (Rzedowski y Huerta 1994).

En Campeche, los manglares cubren grandes extensiones de áreas inundables a lo largo de la costa, principalmente en el norte y oeste del estado, en las áreas naturales protegidas de los Petenes y Laguna de Términos. Están constituidos por combinaciones de las cuatro especies predominantes con asociaciones de popal, carrizal, tular, chechén, palo de tinte, chicozapote, chacá, anona y sabal (Ayala 2010).

Los manglares de Chiapas se extienden a lo largo de las áreas pantanosas salobres de toda la costa del Pacífico, presentando mayor extensión en el noroeste. En general son bosques bajos, de 4 a 7 m de atura,

aunque en ocasiones pueden rebasar los 20 m, con muy baja riqueza de especies arbóreas, cuya distribución se presentan en bandas monoespecífcas establecidas por el nivel de salinidad y la elevación del suelo (González y Ramírez 2013). En el estado se presentan asociaciones con selvas baja caducifolias, donde se encuentran árboles y arbustos de mangle blanco y botoncillo asociados a otras especies como *Ceiba pentandra*, *Tabebuia rosea* y *Phitecellobium dulce*, entre otras, así como asociaciones de manglar-zapotón y zapotón-manglar (Tovilla y Orihuela 2013).

En el estado de Tabasco se desarrollan en tres ambientes geomorfológicos principales: a) de origen aluvial, en los que se presentan manglares mixtos asociados con especies glicófitas; b) de origen lacustre, caracterizados por rodales dominados por *A. germinans*; y c) de origen fluvio marino, dominados por *C. erectus*. Una característica de los manglares del estado es que se pueden encontrar alejados de la costa, sobre las riveras de los ríos Tonalá, San Pedro y San pablo en los límites de Veracruz y Campeche (Hernández-Trejo et al. 2019).

En Yucatán dominan el litoral costero del estado, donde forman parte de lagunas costeras, ciénagas, petenes, playas, y tiene una estrecha relación con las descargas de agua subterránea. Las características geohidrológicas de la costa norte del estado determinan el desarrollo de los manglares, encontrándose cuatro tipos: a) manglar de franja, b) de cuenca, c) manglar chaparro y d) Manglar de petén (Zaldívar et al. 2010).

Palmar inducido (VPI).

Este tipo de vegetación se localiza en los estados del sur como, Guerrero, Oaxaca, Tabasco y Veracruz. Esta comunidad vegetal surge como consecuencia de la degradación de selvas por actividades como la ganadería o el proceso de tumba, roza y quema. Las especies más favorecidas en este proceso de degradación son *Brahea dulcis* y *Sabal mexicana* debido principalmente a su aprovechamiento por grupos humanos (INEGI, 2017). En sentido amplio, los palmares presentan las siguientes características.

En el estado de Campeche se localizan principalmente al sureste del estado, con *Scheelea liebmannii* como especie característica. En las zonas inundables de los municipios de Candelaria y Palizada se presentan manchones de *Acoelorrhaphe wrightii*. También se presenta especies como *Chamaedorea spp*., *Bactrix spp*. y *Thrinax spp*. y asociaciones con otras comunidades vegetales. Cuando algunas comunidades se someten a incendios, ciertas especies de palmas son las primeras en establecerse, por ejemplo, en las selvas secas la especie dominante es *Sabal mexicana* y *S. yapa* (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega 2010).

En Chiapas, los palmares se localizan en la Depresión Central, sobre el curso del rio Usumacinta y sus afluentes en las Montañas del Oriente y en la porción sur de la Planicie Costera del Pacifico. Se presentan algunos manchones en los municipios de Tzimol y Benemérito de las Américas. Algunas de las especies dominantes de palmas alcanzan alturas que oscilan entre los 20 y 30 m. Este tipo de vegetación comparte especies con las sabanas y los canacoitales (CONABIO, 2013).

Los árboles de esta comunidad en el estado de Tabasco alcanzan alturas de 5 a 20 m, algunas de las especies dominantes *son Sabal mexicana, Acrocomia mexicana, Attelea butyraceae, Bractis bacuilifera* y *B. mexicana*. También se encuentran palmares inundados, también conocido como tasisal, en el que la especie dominante es *Acoelorrhaphe wrightii* con una altura de 3 a 4 m, se distribuye al oeste en la planicie palustre de la laguna del Carmen. Los palmares inundados han sido sometidos a quemas anuales para el establecimiento de la ganadería, por lo que actualmente se encuentran formando pequeños manchones en la región de La Chontalpa (CONABIO, 2019).

En la Península de Yucatán se distribuyen 20 especies de palmas; en el estado de Yucatán 9 especies crecen de forma natural, *Acoelorraphe wrightii, Acrocomia aculeata, Chamaedorea seifrizii, Coccothrinax readii, Desmoncus orthacanthos, Pseudophoenix sargentii, Roystonea regia, Sabal japa* y *Thrinax radiata*. Las palmas son uno de los recursos forestales no maderables más importantes para las poblaciones mayas, para la construcción de viviendas, la fabricación de utensilios, para elaboración de artesanías y como fuente de alimentos (Durán y Méndez, 2010).

Sabana (VS)

Se trata de amplias planicies dominadas principalmente dominadas por gramíneas donde pueden encontrarse algunos árboles dispersos conformando un estrato arbóreo bajo de 3 a 6 m de altura. Los terrenos en los que se desarrollan tienen suelos profundos y arcillosos que en época de sequía se endurecen al perder agua, en sus pastizales algunas de las especies dominantes son *Andropogon bicornis, Paspalum pectinatum, Andropogon altus, Imperata sp., Panicum maximun, Cyperus sp*. y *Dichromena ciliata*. Asimismo, algunas de las especies arbóreas más representativas son *Crescentia cujete, Crescentia alata, Curatella americana* y *Byrsonima crassifolia*. Algunas comunidades vegetales se han descrito como vegetación sabanoide debido a que presenta algunas de las características, podemos mencionar que en la franja litoral del sur de Oaxaca y del sureste de Guerrero hay extensos pastizales de *Byrsonima* y *Cutarella*, sin embargo, estos se desarrollan sobre laderas de cerros con inclinación variable en suelos que no tienen indicios de drenaje lento. Comunidades similares se han descrito a lo largo de la costa desde Sinaloa hasta el Istmo de Tehuantepec (INEGI, 2009).

La equivalencia aproximada con los sistemas de clasificación de Rzedowski y Huerta (1994) y Miranda y Hernández (1963) son los pastizales. En este tipo de vegetación las gramíneas son dominantes; puede ser por fase de sucesión de comunidades o bien producido de manera artificial mediante el pisoteo de los animales y los incendios, condiciones que se mantienen para su aprovechamiento en la ganadería, además las actividades humanas tienden a la expansión de estas áreas a costa de otros tipos de vegetación.

Las sabanas están constituidas por praderas de gramíneas con árboles esparcidos; se desarrollan en partes de la región de los Chenes en el estado de Campeche, planicies del Norte de Chiapas, Tabasco, y Veracruz, en la Depresión Central de Chiapas, planicies y declives bajos del Pacifico, desde la frontera de Guatemala

hasta el sur de Sinaloa. Cubren suelos con drenaje deficiente, se vuelven fangosos en la época de lluvias y en la sequía se secan pronunciadamente. Algunos de los árboles presentes son componentes de la selva baja subperennifolia o subcaducifolia. Las principales especies de gramíneas en las sabanas son de los géneros *Andropogon, Paspalum, Trichachne* e *Imperata*.

En Chiapas se distribuyen en la región de los Chenes en los municipios de Dzibalchén, Calkini, El Carmen y Palizada. Algunas especies características son *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia, Crescientia cujete, Schizachyrium microstachum* y *Cladium jamaicense*. Una de las especies más representativas es *Crescientia cujete* que es usado como güiro o jícara (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega 2010).

El estado de Chiapas presenta pastizales naturales con árboles espaciados de alturas inferiores a los 20 m. Esta comunidad vegetal está localizada en pequeñas extensiones al norte del estado en la Depresión Central y al centro de Chiapas en el municipio de Ocozocuatla y en El Huiral (CONABIO 2013).

La Sabana de los municipios Balancán y Huimanguillo, presenta una vegetación más escasa debido a la ocupación para el cultivo de cítricos, cañales, cacaotales y pastizales. *Acrocomia aculeata* es una especie indicadora de incendios por actividad humana y crece de manera abundante en zonas bajas como sabana. Otras especies características son *Sabal mauritiiformis* y *S. mexicana* (CONABIO 2019).

En Yucatán las Sabanas estas asociadas a humedales costeros e interiores. Algunas de las especies arbóreas son *Crescentia cujete, Byrsonima crassifolia, Coccoloba barbadensis* y *Acoelorrhaphe wrightii*, mientras que las especies herbáceas dominantes son *Distichlis spicata, Spartina spartinae, Eragrostis secundiflora, Schizachyrium scoparium, S. sanguineum, Bouteloua repens, Andropogon fastigiatus Fimbristylis spadicea, F. cymosa* y *Eleocharis geniculata*. Las Sabanas interiores se localizan en los municipios de Tekax y Tzucacab, además, tienen presencia de especies características de la selva baja inundable como *Havardia albicans*, *Gymnopodium floribundum, Cameraria latifolia, Dalbergia glabra* y *Haematoxylum campechianum*, asimismo algunas especies herbáceas predominantes son *Trachypogon spicatus, Scleria eggersiana Paspalum corypheum, Imperata brasiliensis, P. plicatulum, Sorghastrum setosum y Rhynchospora holoschoenoides* (Durán y Méndez 2010).

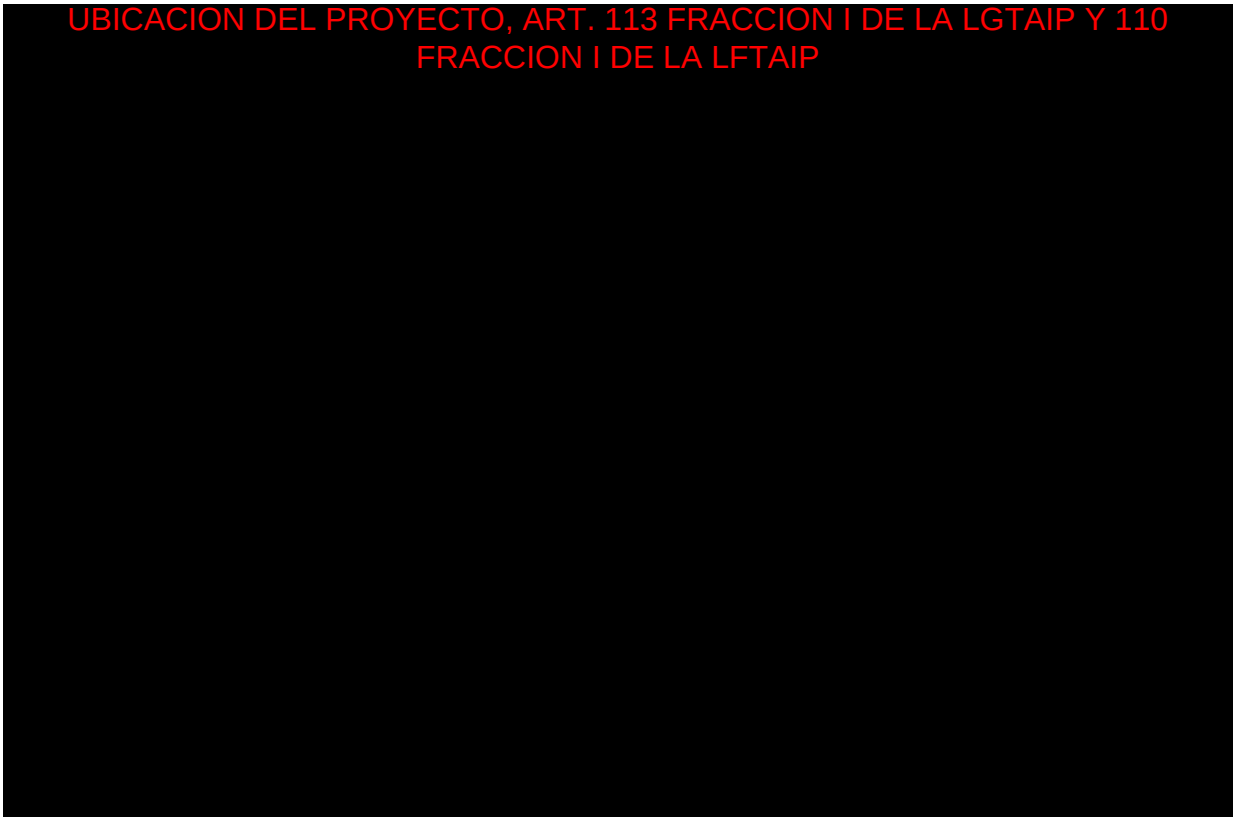
Tular (VT)

Los humedales se han definido como zonas de transición entre los sistemas o ambientes acuáticos y los terrestres, que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, tanto continentales como costeras, sujetas o no a la influencia de mareas, y se han identificado tres criterios básicos para su delimitación: a) la presencia de inundación o saturación del suelo, b) la presencia de vegetación hidrófila y c) la presencia de suelos hídricos. De acuerdo con INEGI 2005 los tulares junto con los bosques mesofilos de montaña, representan la menor proporción de la vegetación primaria del país. (Challenger y Soberon 1998)

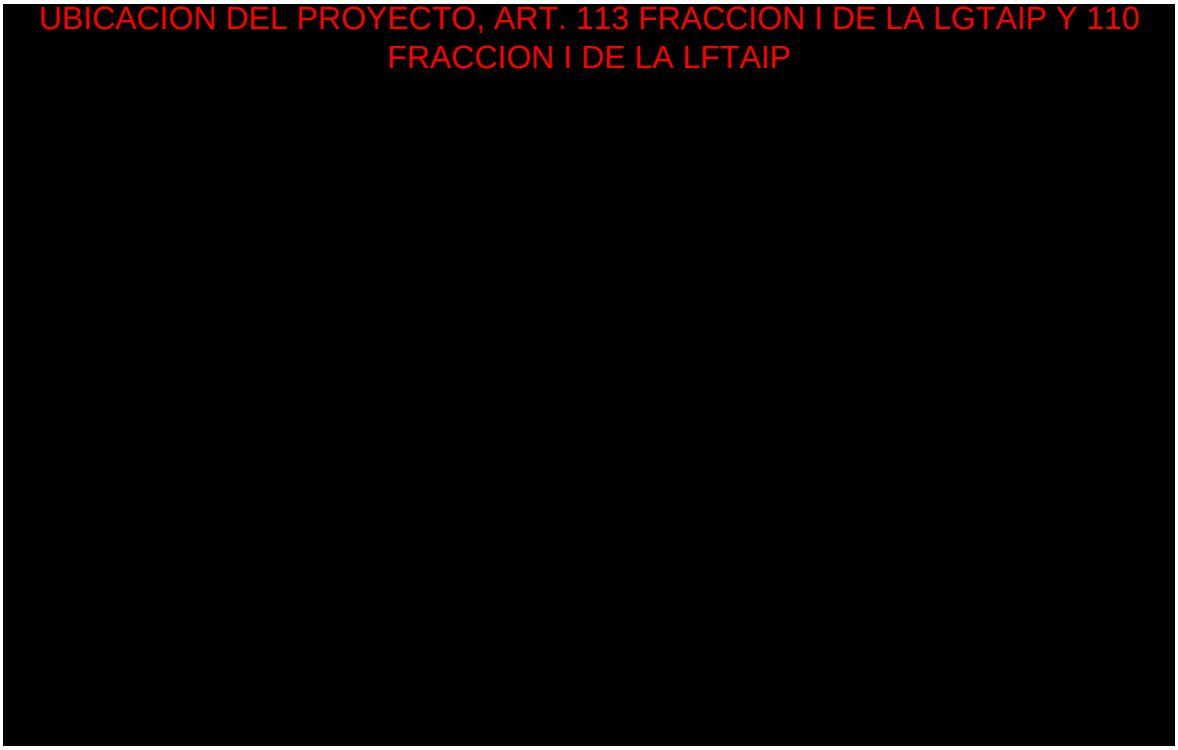
Los tulares son densas agrupaciones de plantas herbáceas, (hidrófitas emergentes), esta comunidad vegetal se establece en suelos poco drenados o anegados, a menudo este tipo de asociaciones están conformadas por especies como, *Typha domingensis* “tule”; *Thalia geniculata* “popal” y el carrizo (*Phragmites communis*), el tule rollizo (*Scirpus californicus*, *Cyperus giganteus*). Se encuentran en climas cálidos o templados, húmedos o secos. (Miranda y Hernández 1963) y pueden llegar hasta los 2,750 m de altitud (Rzedowsky 1979). En estas comunidades también se hallan otras especies como: Echinodorus andrieuxii “flor de agua” *E. nymphaeifolius*, *Sagittaria guyanensis, S. lancifolia*, *Nymphoides indica*, *Isoetes cubana* y *Nymphaea blanda* (Gutiérrez, 2010).

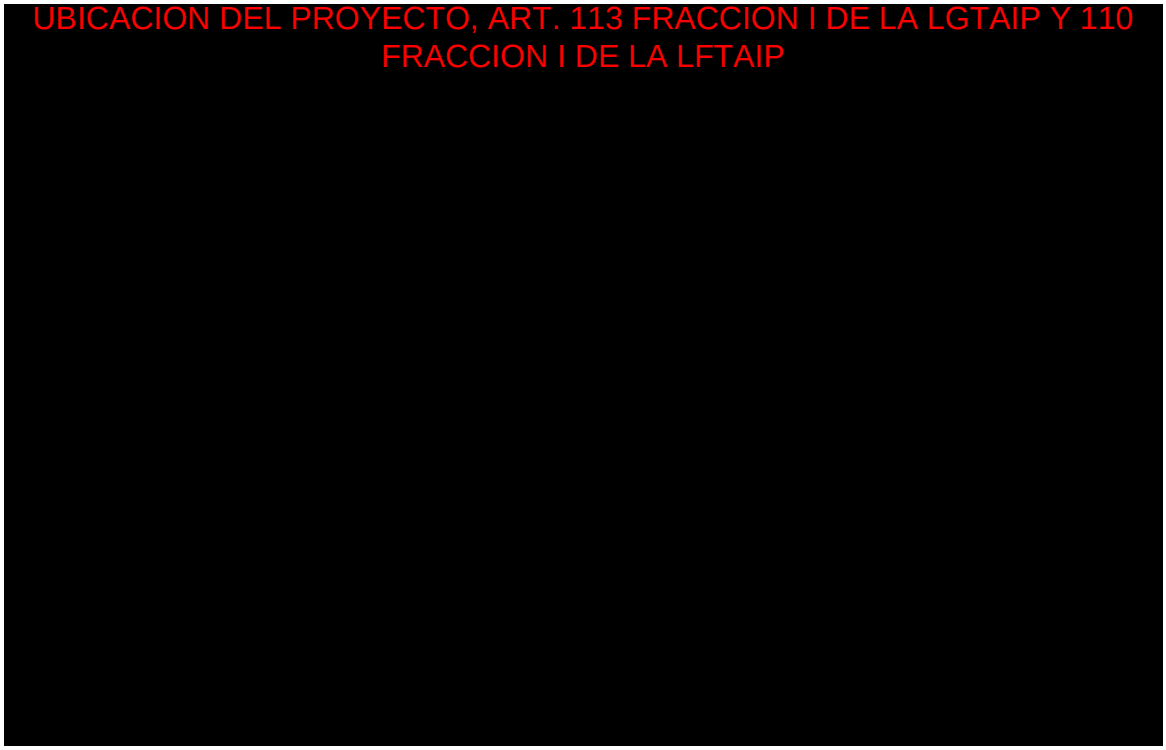
Además de la importancia ecológica, los tulares son relevantes desde un punto de vista económico, ya que las plantas de *Typha* y *Scirpus*, a menudo se utilizan como materia prima para el tejido de utensilios domésticos y artesanías, y la conservación de estos humedales es un refugio para aves acuáticas de interés cinegético (Rzedowsky, 1978).

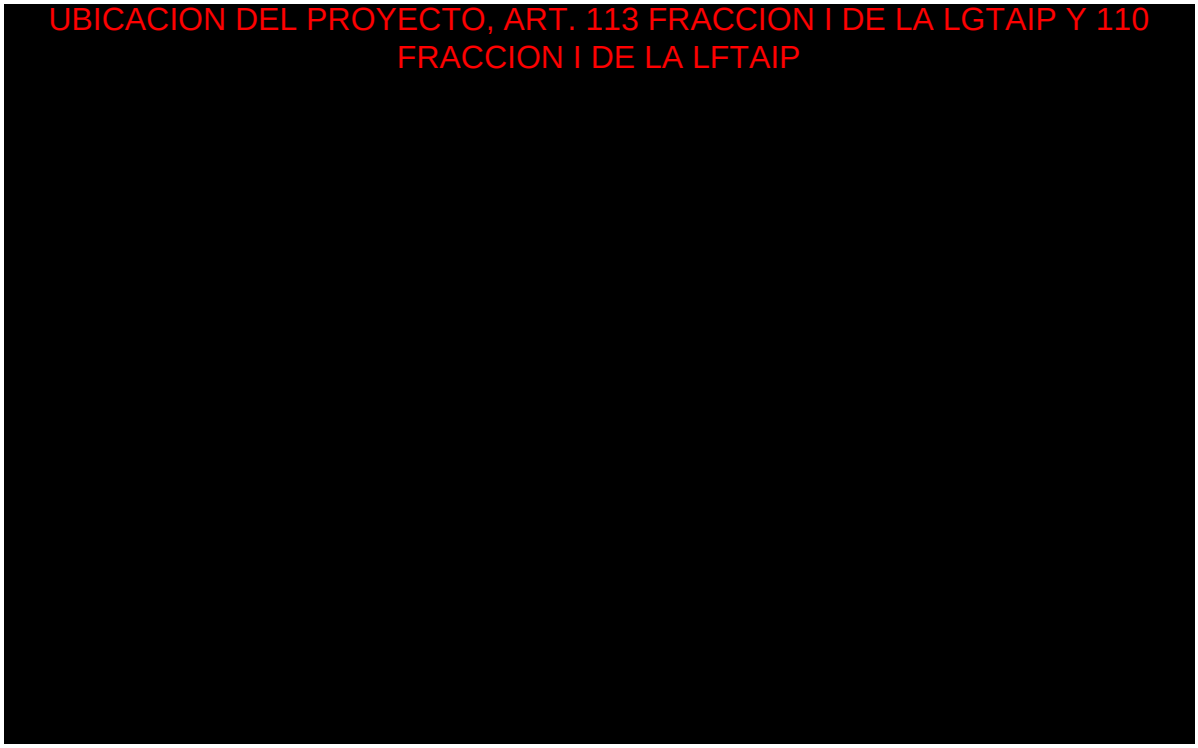
UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

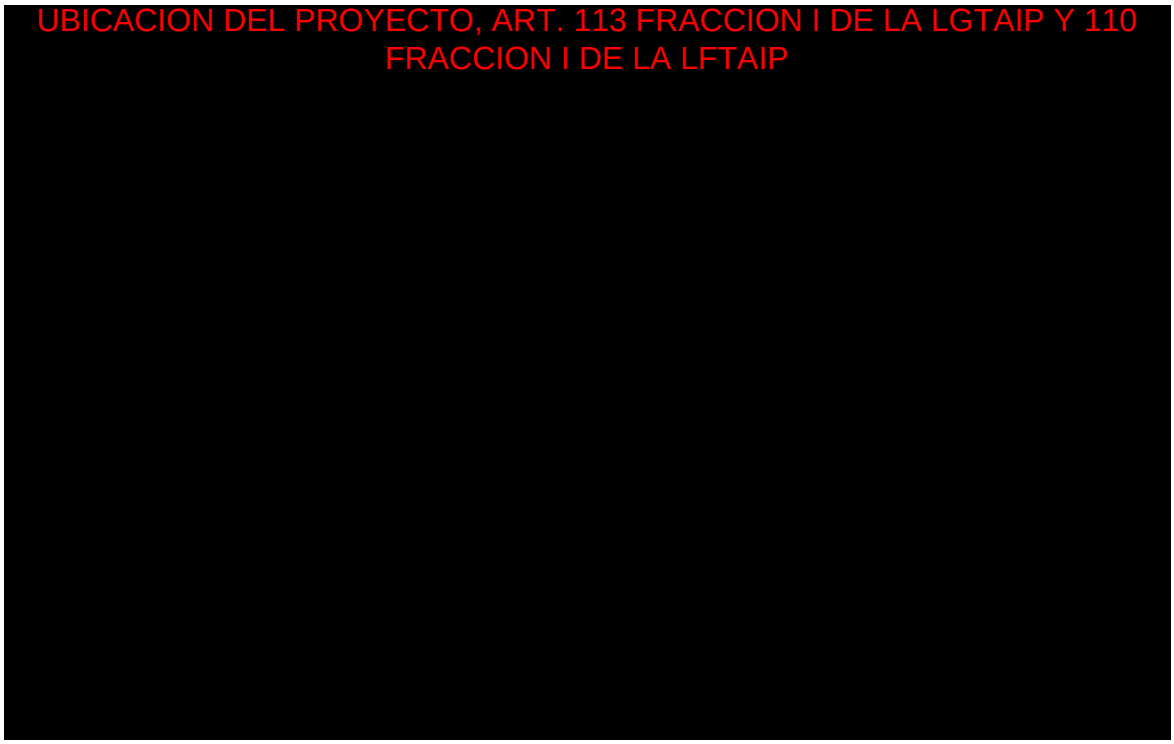


UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


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


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

Franja del Área Proyecto.

La vegetación presente en el **Proyecto** se caracterizó de forma cualitativa mediante el establecimiento de 158 puntos de verificación de forma estratificada por tipo de vegetación, donde se realizó un registro fotográfico de las condiciones del área y se realizó la identificación de especies presentes en cada punto (**Anexo III.1. Evidencia fotográfica puntos de verificación**).

De los 158 puntos de verificación, 109 se realizaron en la franja del proyecto y 49 en el Área de colocación del ducto. Es importante aclarar que, en los sitios en los que se prevea la afectación de cobertura vegetal forestal por las actividades del **Proyecto**, se realizarán los Estudios Técnicos Justificativos para Cambio de Uso del Suelo correspondientes con la intención de contar con una caracterización detallada de la vegetación forestal a afectar y establecer las medidas adecuadas para su prevención, compensación y mitigación.

En la **Tabla 23** y **Tabla 24** se presentan las coordenadas de ubicación de los puntos de verificación. Asimismo, en las siguientes figuras se presenta los planos de ubicación de dichos puntos.

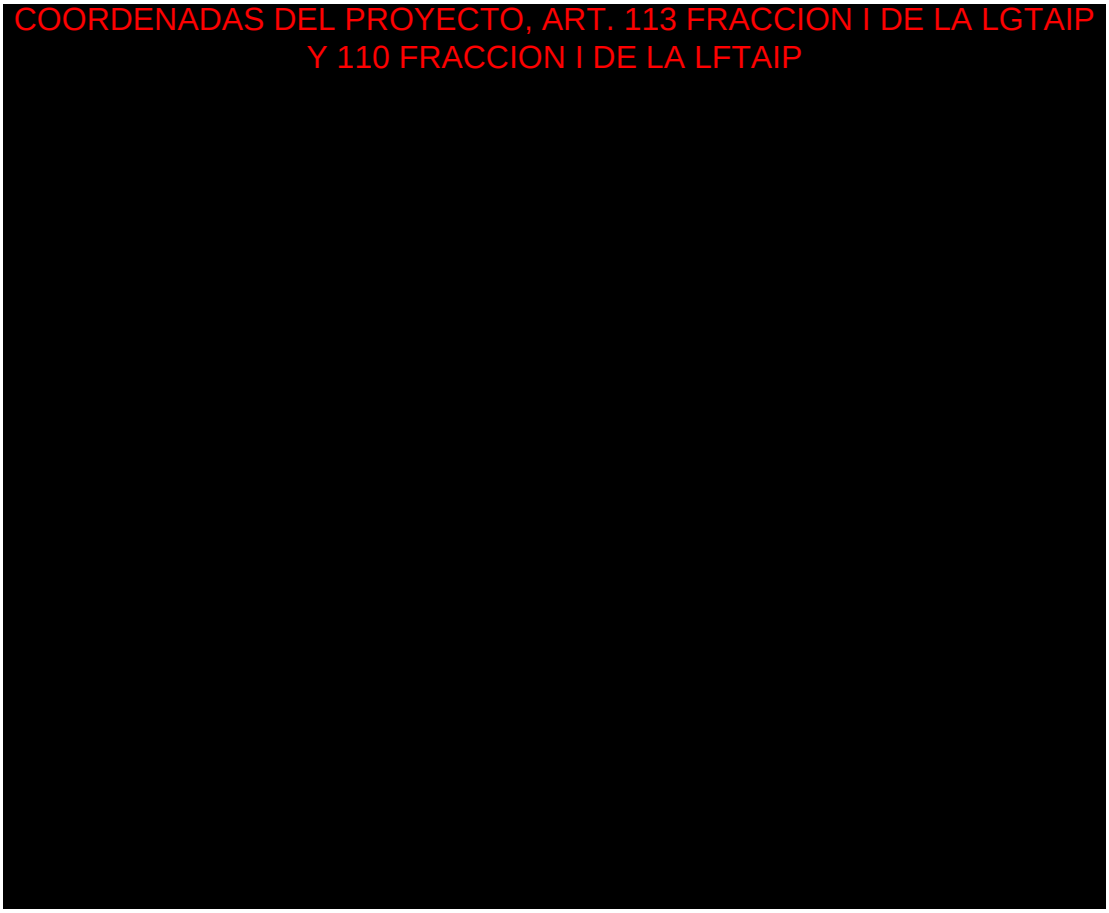
Tabla 23. Coordenadas de ubicación de los puntos de verificación en el área del ducto (Datum WGS84).

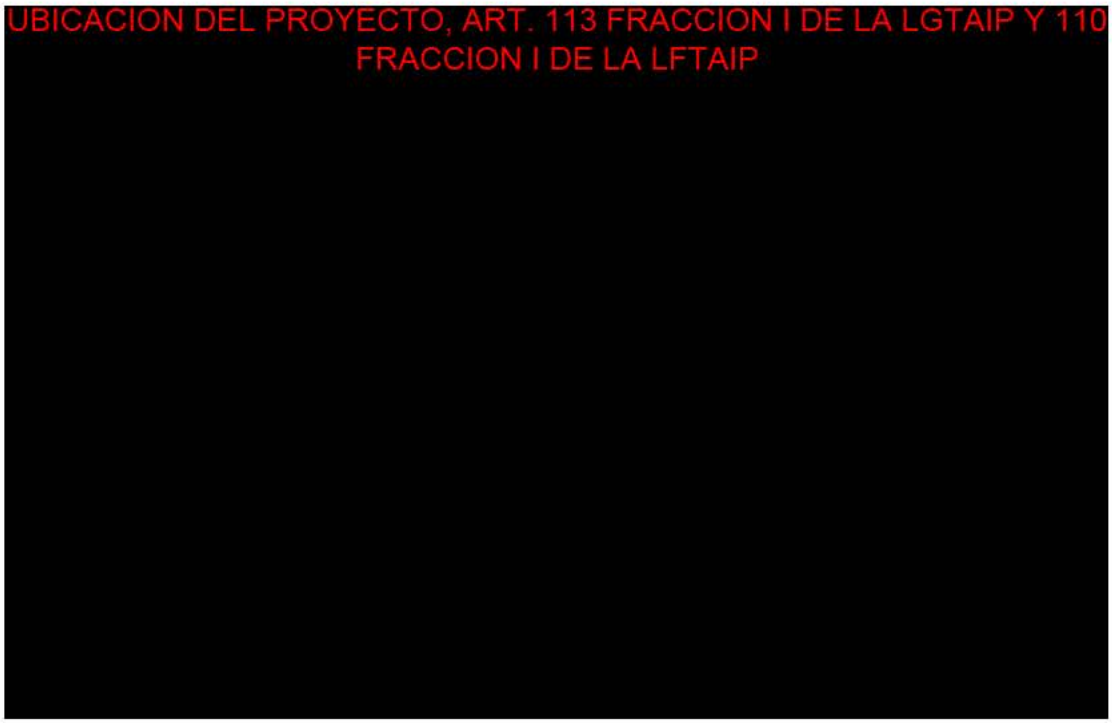
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

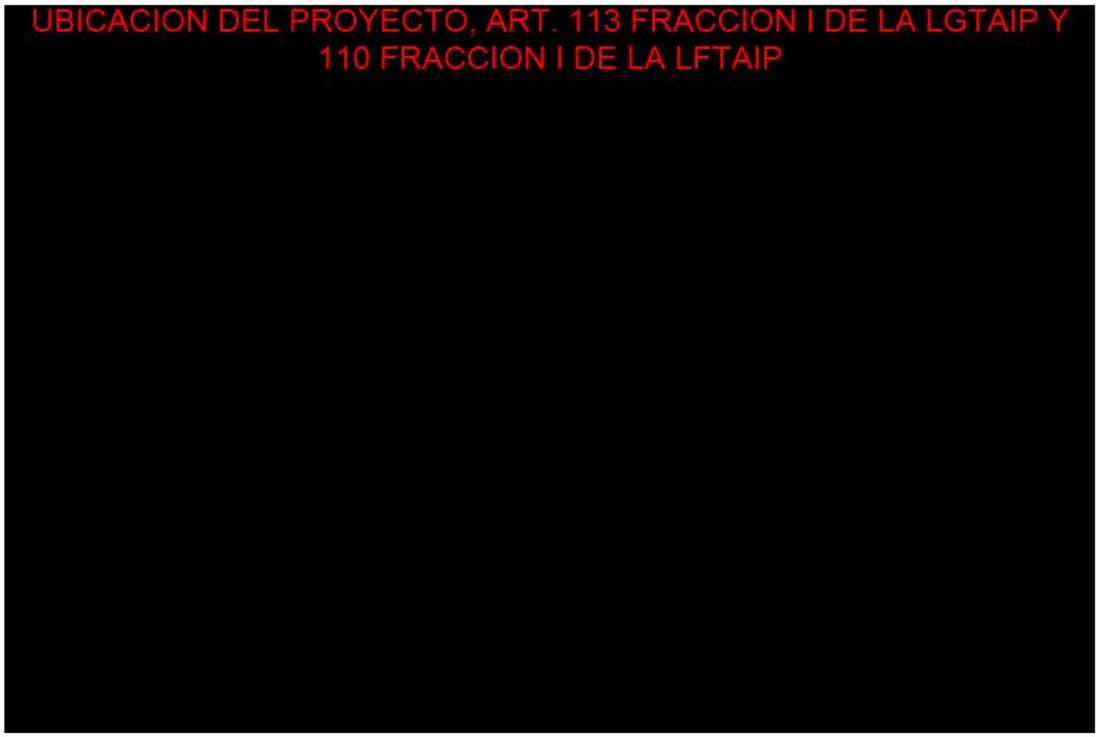
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

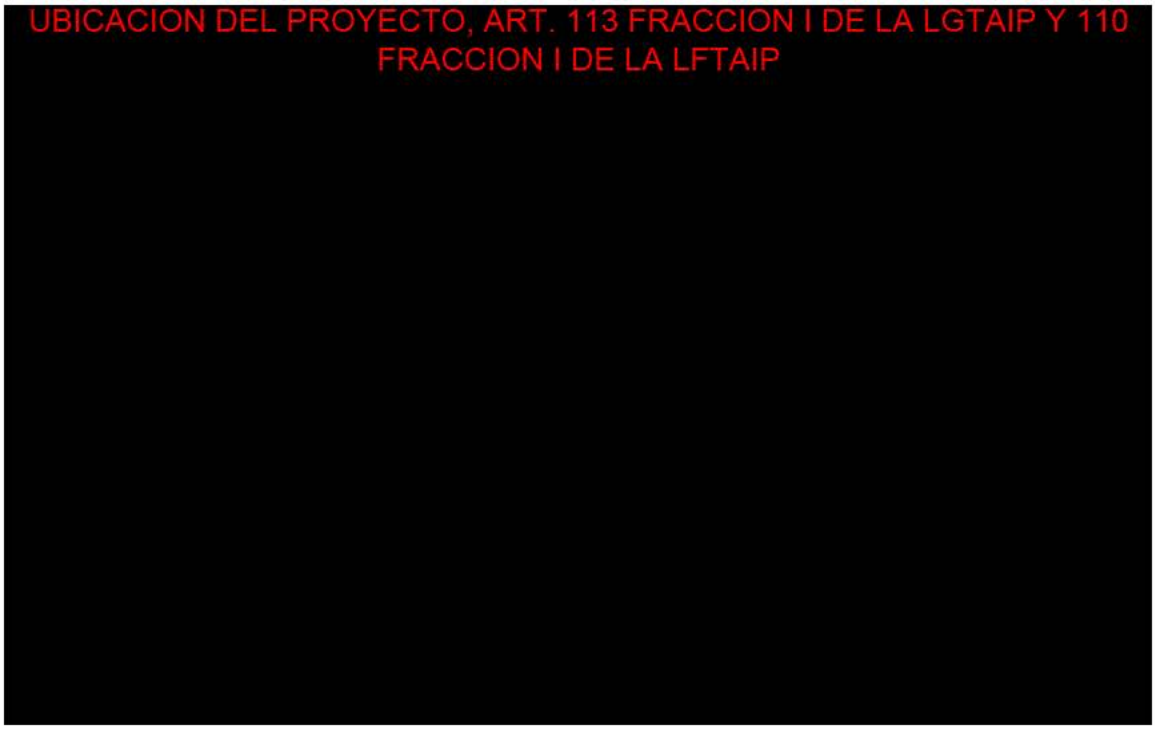
Tabla 2 COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP GS84).

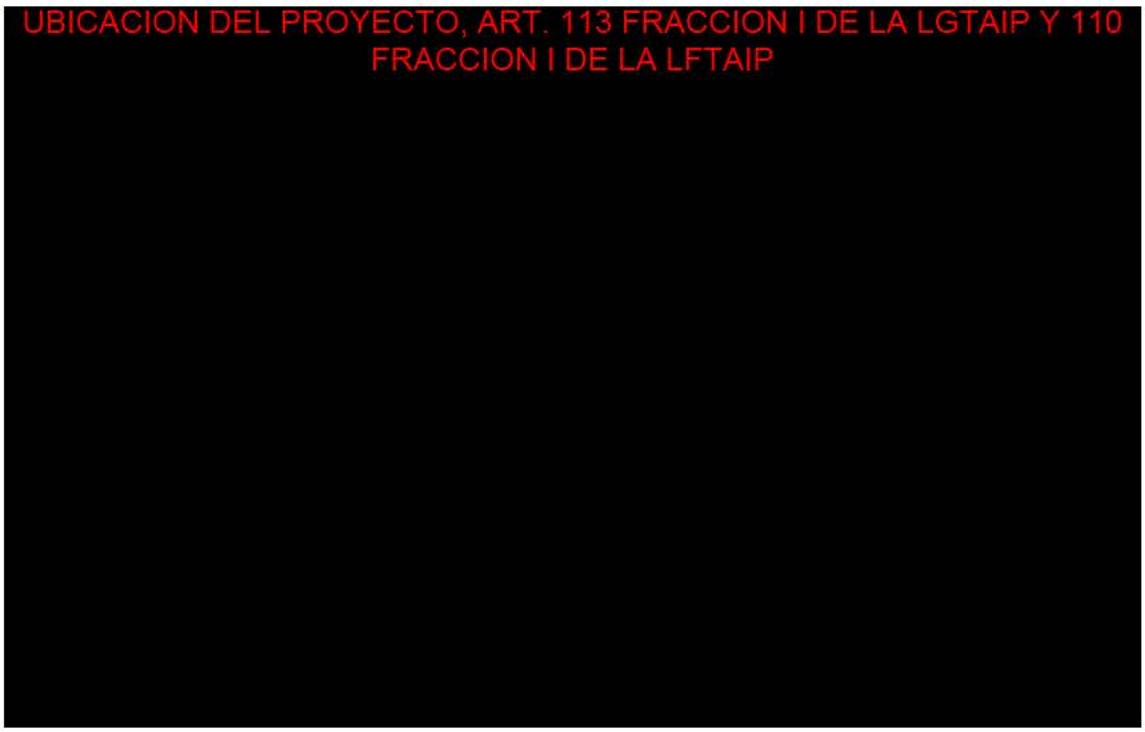
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

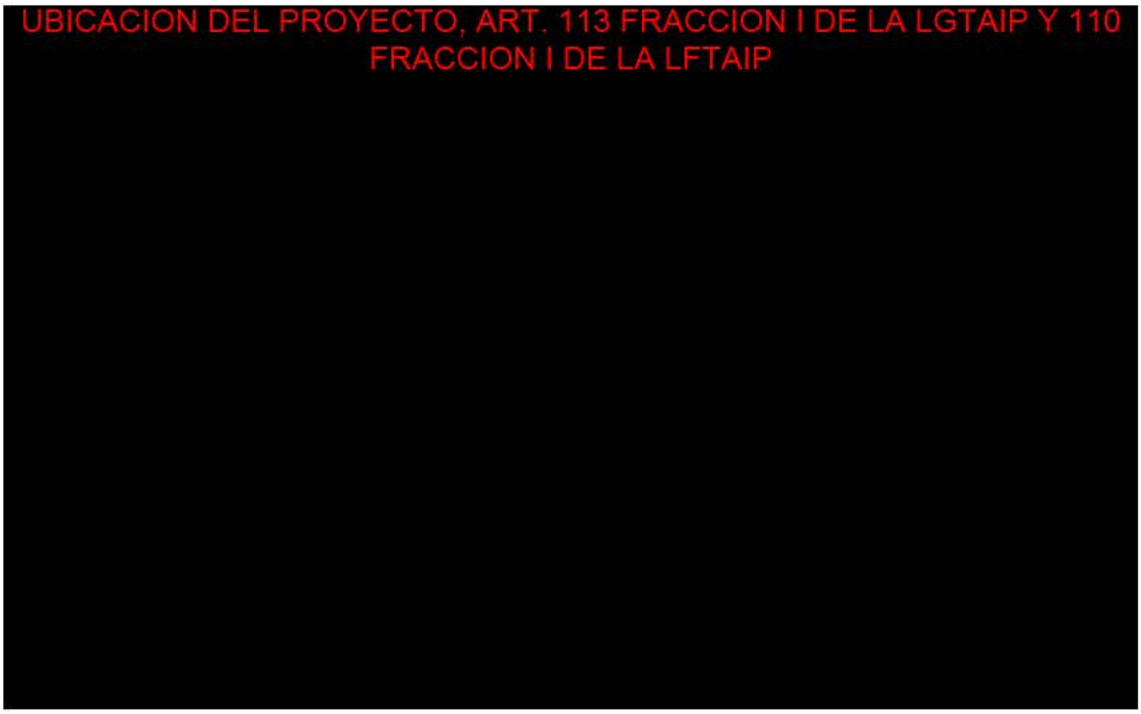



UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


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


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



Composición florística del Área de la Franja[1] (AF) y Área del Ducto[2] (AD)

En el **AF** y **AD** se registraron en total 273 taxa, pertenecientes a 87 familias, 34 órdenes y 2 clases. La familia más abundante fue Fabaceae con 48 taxa, seguida por Poaceae con 16 especies y Asteraceae con 15 especies (**Tabla 25**). Todos los datos de reporte se encuentran en el **Anexo.02.** Base de datos flora AP y AI.

De estos 273 taxa, 164 se registraron en **AD** y 258 en **AF**. En **AD** se registraron 15 especies las cuales no se reportaron en **AF** y en **AF** se registraron 109 especies que no se reportaron en **AD** (**Tabla 53**).

De acuerdo con los usos de suelos y vegetación reportados para **AD** y **AF**, el que presentó un mayor número de especies fue Pastizal cultivado (PC) con 197 especies, seguido de Selva mediana subcaducifolia (SMS) con 113 especies y Agricultura de temporal anual (TA) con 105 especies. Por el contrario, los usos de suelo y vegetación con menor diversidad fueron Bosque de encino (BQ) y Tular (VT) con 3 especies en cada una y Pastizal inducido con 7 especies. Por otro lado, las especies que se presentaron en un mayor número de usos de suelo y vegetación fueron *Guazuma ulmifolia* en 14 tipos de USV, *Vachellia cornigera* en 12, *Piscidia piscipula y Pithecellobium lanceolatum* en 11 tipos cada una y *Asclepias curassavica, Bursera simaruba* y *Randia aculeata* cada una en 10 tipos de USV (**Tabla 26**).

[1] Es la superficie de 800 metros de cada lado de la franja de seguridad del gasoducto.
[2] Es la superficie de 15 metros de cada lado del gasoducto, también conocido como Derecho de Vía (DDv).

Finalmente, con respecto a las especies en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y su última modificación, dentro del **AF** se registraron 5 especies, 4 en la categoría de amenazada (A) y 1 en la categoría de protección especial (Pr). De estas, 2 fueron registradas únicamente en el **AF** *Guatteria anomala* y *Cedrela odorata*. En cuanto al **AD** se registraron 3 especies, todas ellas en la categoría amenazada y presentes también en el **AF** (**Tabla 25**).

Tabla 25. Listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el área de ducto y el área de franja.

Especie	NOM-059	Área
Astronium graveolens Jacq.	A	AF y AD
Guatteria anomala R. E. Fr.	A	AF
Laguncularia racemosa (L.) C. F. Gaertn.	A	AF y AD
Rhizophora mangle L.	A	AF y AD
Cedrela odorata L.	Pr	AF

Tabla 26. Listado de especies registradas en el área del ducto y el área de franja del proyecto.

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	*Syngonium auritum (L.) Schott*	NA	SC	AF y AD
			Syngonium podophyllum Schott	NA	SC	AF
			Xanthosoma robustum Schott	Hoja elegante	SC	AF
	Apiales	Araliaceae	*Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.*	Zapotillo	SC	AF
	Arecales	Arecaceae	*Acoelorraphe wrightii H. Wendl*	Tasiste	SC	AD
			Attalea butyracea (Mutis ex L.f.) Wess. Boer	Corozo de Marrano	SC	AF
			Elais guineensis Jacq.	Palma africana de aceite	SC	AF
			Sabal yapa C. Wright ex Becc.	NA	SC	AF y AD
	Asparagales	Amaryllidaceae	*Crinum erubescens L.f. ex Aiton*	Lirio del valle	SC	AF y AD
		Asparagaceae	*Agave fourcroydes Lem.*	Henequén	SC	AF y AD
			Sansevieria trifasciata hort. ex Prain	Espada africana	SC	AF y AD
		Orchidaceae	*Oeceoclades maculata (Lindl.) Lindl.*	Orquídea monja africana	SC	AF y AD
	Asterales	Asteraceae	*Aldama dentata Llave & Lex.*	Acahual	SC	AF y AD
			Bidens cynapiifolia Kunth	Chak-xul	SC	AF y AD
			Bidens pilosa L.	Acahual blanco	SC	AF y AD
			Calea jamaicensis (L.) L.	Malvavisco silvestre	SC	AF y AD
			Cirsium arvense (L.) Sccop	Cardo cundidor	SC	AF
			Cyanthillium cinereum (L.) H. Rob.	Pequeña hierba de hierro	SC	AD
			Lagascea mollis Cav.	Tsa'	SC	AF y AD
			Lasianthaea fruticosa (L.) K.M. Becker	Vara blanca	SC	AF y AD
			Melanthera nivea (L.) Small	Totolquelite	SC	AF
			Parthenium hysterophorus L.	Hierba de golpe	SC	AF
			Sclerocarpus divaricatus (Benth.) Benth. & Hook.f ex Hemsl.	Mozote	SC	AF y AD
			Tagetes filifolia Lag.	Anisillo	SC	AF y AD
			Trixis inula Crantz	Árnica	SC	AF y AD

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
			Vernonathura patens (Humb., Bonpl. & Kunth) H. Rob.	Flor cuaresma	SC	AF
			Viguiera dentata (Cav.) Spreng.	Chamiso	SC	AF
		Menyanthaceae	*Nymphoides indica (L.) Kuntze*	Estrella de agua	SC	AF
	Boraginales	Boraginaceae	*Euploca fruticosa (L.) J. I. M. Melo & Semir*	Cola de mono	SC	AF
		Cordiaceae	*Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken*	Aguardientillo	SC	AF y AD
		Ehretiaceae	*Bourreria pulchra (Millsp.) Millsp.*	Bakal che'	SC	AF y AD
			Ehretia tinifolia L.	Mandimbo	SC	AF y AD
		Heliotropiaceae	*Heliotropium indicum L.*	Cola de alacrán	SC	AF
	Brassicales	Brassicaceae	*Lepidium virginicum L.*	Lentejilla de campo	SC	AF y AD
		Capparaceae	*Capparis pachaca Kunth.*	Chooch kitam	SC	AF y AD
			Quadrella incana (Kunth) Iltis & Cornejo	Bojk'anche'	SC	AF
		Caricaceae	*Carica papaya L.*	Papaya	SC	AF
		Cleomaceae	*Tarenaya spinosa (Jacq.) Raf.*	Pata de mula	SC	AF y AD
		Resedaceae	*Forchhammeria trifoliata Radlk. Ex Millsp.*	Naranjillo	SC	AF y AD
	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Amaranthus spinosus L.*	Amaranto espinoso	SC	AF y AD
		Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck*	Cruceta	SC	AF y AD
			Hyalocereus undatus (Haw.) Britton & Rose	Pitahaya	SC	AF
			Nopalea inaperta A. Schott ex Griffiths	Nopal zacam	SC	AF y AD
		Nyctaginaceae	*Boerhavia coccinea Mill.*	Abrojo rojo	SC	AF y AD
			Mirabilis jalapa L.	Maravilla	SC	AF y AD
			Neea choriophylla Standl.	Pinta uña	SC	AF y AD
			Pisonia aculeata L.	Coma de uña	SC	AF y AD
		Phytolaccaceae	*Rivina humilis L.*	Bajatripa	SC	AF y AD
		Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis Jacq.*	Roble de la costa	SC	AF y AD
			Coccoloba cozumelensis Hemsl.	Uvero	SC	AF
			Coccoloba spicata Lundell	NA	SC	AF
			Gymnopodium floribundum Rolfe	Pata de venado	SC	AF y AD

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
			Neomillspaughia emarginata (H. Gross) S. F. Blake	Sakitsa	SC	AF y AD
			Periscaria punctata (Elliott) Small	Chilillo rojo	SC	AF
		Talinaceae	*Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn.*	Quelite de monte	SC	AF
	Celastrales	Celastraceae	*Semialarium mexicanum (Miers) Mennega*	Cancerina	SC	AF y AD
	Commelinales	Commelinaceae	*Commelina erecta L.*	Almendro malabar	SC	AF y AD
		Pontederiaceae	*Pontederia cordata L.*	Espigas de agua	SC	AD
	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Momordica charantia L.*	Pepino cimarrón	SC	AF y AD
	Discoreales	Dioscoreaceae	*Dioscorea polygonoides Humb. & Bonpl. ex Willd.*	NA	SC	AF y AD
	Ericales	Ebenaceae	*Diospyros anisandra Blake*	X-nob-ché	SC	AF
			Diospyros cuneata Standl.	Pisit	SC	AF
		Primulaceae	*Ardisia escallonioides Schltdl. & Cham.*	Capulincillo	SC	AF y AD
		Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum Brandegee ex Standl.*	Caimitillo	SC	AF
			Manilkara zapota (L.) P. Royen	Chicozapote	SC	AF
			Sideroxylon americanum (Miller) Penn.	Caimitillo	SC	AF y AD
			Sideroxylon celastrinum (Kunth) T.D. Penn.	Coma	SC	AF y AD
	Fabales	Fabaceae	*Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart*	Guanacaste blanco	SC	AF
			Andira galeottiana Standley	Maca colorada	SC	AF
			Andira inermis (W. Wright) Kunth ex DC.	Maquilla	SC	AF
			Apoplanesia paniculata C. Presl.	Arco negro	SC	AF y AD
			Bauhinia divaricata L.	Calzoncillo	SC	AF y AD
			Bauhinia lunarioides A. Gray ex S. Watson	NA	SC	AF
			Caesalpinia gaumeri Greenm.	Kitam che'	SC	AF y AD
			Centrosema virginianum (L.) Benth.	Gallito	SC	AF y AD
			Chamaecrista glandulosa (L.) Greene	NA	SC	AF
			Crotalaria longirostrata Hook. & Arn.	Chipilín	SC	AF
			Desmodium procumbens (Mill.) Hitchc.	NA	SC	AF
			Diphysa carthagenensis Jacq.	Guachipilín	SC	AF y AD

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
			Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	Guanacaste	SC	AF
			Erythrina americana Mill.	Colorín	SC	AF
			Galactia striata (Jacq.) Urb.	NA	SC	AF y AD
			Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth	Cacahuananche	SC	AF y AD
			Haematoxylum brasiletto H. Karst.	Azulillo	SC	AF
			Haematoxylum campechianum L.	Palo de Campeche	SC	AF y AD
			Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose	Chukum	SC	AF y AD
			Indigofera trita L. f.	Etiopianindigo	SC	AF y AD
			Inga laurina (Sw.) Willd.	NA	SC	AF
			Inga vera Willd.	Aguatope	SC	AF
			Leptolobium panamense (Benth.) Sch. Rodr. & A.M.G. Azevedo	Huesito	SC	AF
			Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	Tepeguaje dormilón	SC	AF y AD
			Lonchocarpus rugosus Benth	Mata buey	SC	AF y AD
			Lonchocarpus xuul Lundell.	Palo gusano	SC	AF y AD
			Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam	SC	AF y AD
			Macroptilium atropurpureum (DC.) Urb.	Chorequillo	SC	AF
			Mariosousa dolichostachya (S. F. Blake) Seigler & Ebinger	Xaax	SC	AF y AD
			Mimosa bahamensis Benth.	Motita morada	SC	AF y AD
			Mimosa pigra L.	Zarza negra	SC	AF y AD
			Mimosa pudica L.	Dormilona	SC	AF y AD
			Mucuna pruriens (L.) DC.	Frijol terciopelo	SC	AD
			Neptunia pubescens Benth.	NA	SC	AF
			Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Barbasco	SC	AF y AD
			Pithecellobium lanceolatum (Willd.) Benth.	Conchil	SC	AF y AD
			Platymiscium yucatanum Standl.	Bejuco prieto	SC	AF y AD
			Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	SC	AF y AD
			Senna alata (L.) Roxb.	Mazorquilla	SC	AF

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
			Senna racemosa (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	Retama peninsular	SC	AF y AD
			Tara vesicaria (L.) Molinari, Sánches Och. & Mayta	Palo de rosa	SC	AD
			Tephrosia cinerea (L.) Pers.	Barbasco medicinal	SC	AF y AD
			Vachellia collinsii (Saff.) Seigler & Ebinger	Árbol del cuerno	SC	AF y AD
			Vachellia cornigera (L.) Seigler & Ebinger	Cornezuelo	SC	AF y AD
			Vachellia farnesiana (L.) Willd.	Huizache	SC	AF y AD
			Vachellia pennatula (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	Algarrobo	SC	AF y AD
			Zapoteca formosa (Kunth) H.M. Hern.	Escobilla	SC	AF
			Zygia stevensonii Standl.	Palo de humo	SC	AF
	Gentianales	Apocynaceae	*Allamanda cathartica L.*	Copa de oro	SC	AF
			Asclepias curassavica L.	Algodoncillo torpical	SC	AF y AD
			Cameraria latifolia L.	Chechén blanco de sabana	SC	AD
			Cascabela gaumeri (Hemsl.) Lippold	NA	SC	AF y AD
			Tabernaemontana alba Mill.	Cojón de gato	SC	AF
			Tabernaemontana amygdalifolia Jacq.	Cojón de toro	SC	AF y AD
			Tabernaemontana arborea Rose ex J. D. Sm.	NA	SC	AF
			Tabernaemontana donnell-smithii Rose ex J. D. Sm.	Huevos de caballo	SC	AF
			Thevetia ahouai (L.) A. DC.	Acotope	SC	AF
		Gentianaceae	*Voyria parasitica (Schltdl. & Cham.) Ruyters & Maas*	NA	SC	AF y AD
		Rubiaceae	*Chiococca alba (L.) Hitchc*	Perlilla	SC	AF y AD
			Cosmocalyx spectabilis Standl.	Chakte' kook	SC	AF y AD
			Guettarda combsii Urb.	Anisilo	SC	AF y AD
			Guettarda elliptica Sw.	Lu'um che'	SC	AF y AD
			Guettarda gaumeri Standl.	Boox Kibche	SC	AF y AD
			Hamelia patens Jacq.	Coralillo	SC	AF y AD
			Machaonia lindeniana Baill.	K'uch'eel	SC	AF y AD
			Margaritopsis microdon (DC.) C.M. Taylor	Crucecilla	SC	AF y AD

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
			Morinda royoc L.	Piñuela	SC	AF y AD
			Randia aculeata L.	Crucecita	SC	AF y AD
			Randia chiapensis Standl.	NA	SC	AF
			Randia longiloba Hemsl.	Xkaak	SC	AD
	Lamiales	Acanthaceae	*Aphelandra scabra (Vahl) Sm. in Rees*	Cola de gallo	SC	AD
			Elytraria bromoides Oerst.	Lengua de sapo	SC	AF y AD
			Ruellia blechum L.	Camarón	SC	AD
			Thunbergia fragrans Roxb.	Flor fragrante	SC	AF
		Bignoniaceae	*Amphilophium crucigerum (L.) L. G. Lohmann*	Bejuco de canoita	SC	AF
			Crescentia cujete L.	Tecomte	SC	AF y AD
			Parmentiera aculeata (Kunth) Seem.	Cuachilote	SC	AF
			Tabebuia rosea (Bertol.) DC.	Apamate rosa	SC	AF y AD
		Lamiaceae	*Callicarpa acuminata H. B. K.*	Granada	SC	AF y AD
			Salvia coccinea Buc'hoz ex Etl.	Mirto coral	SC	AF y AD
			Vitex gaumeri Greenm.	Carrete	SC	AF
		Oleaceae	*Fraxinus americana L.*	Fresno blanco americano	SC	AF
		Plantaginaceae	*Bacopa lacertosa Standl.*	NA	SC	AF y AD
			Russelia sarmentosa Jacq.	Flor de mirto rojo silvestre	SC	AF
		Verbenaceae	*Citharexylum hexangulare Greenm.*	Palomillo	SC	AF
			Lantana camara L.	Cinco negritos	SC	AF y AD
			Stachytarpheta jamaicensis (L.) Vahl	Hoja de corrimiento	SC	AF y AD
	Laurales	Lauraceae	*Licaria campechiana (Standl.) Kosterm.*	Laurelillo	SC	AD
	Magnoliales	Annonaceae	*Guatteria anomala R. E. Fr.*	Palo de zope	SC	AF
		Myristicaceae	*Compsoneura mexicana (Hemsl.) Janovec*	Sangrillo	SC	AF
	Malpighiales	Calophyllaceae	*Mammea americana L.*	Mamey	SC	AF
		Erythroxylaceae	*Erythroxylum rotundifolium Lunan*	Baak soots'	SC	AF y AD
		Euphorbiaceae	*Acalypha alopecuroidea Jacq.*	Alcalifa	SC	AD

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
			Acalypha hispida Burm. f.	Rabo de gato de Malasia	SC	AF
			Cnidoscolus aconitifolius (Mill.) I.M. Johnst.	Mala mujer	SC	AF y AD
			Croton ciliatoglandulifer Ortega	Canelilla	SC	AF
			Croton humilis L.	Palillo	SC	AF y AD
			Croton reflexifolius Kunth	Palo santo	SC	AF y AD
			Euphorbia furcillata Kunth	Hierba del coyote	SC	AF
			Gymnanthes lucida Sw.	Aceitillo	SC	AF y AD
			Jatropha gaumeri Greenm.	Piñón	SC	AF y AD
			Sebastiania adenophora Pax. & K. Hoffm.	Chechem blanco	SC	AF y AD
		Malpighiaceae	*Bunchosia glandulosa (Cav.) DC.*	Sip-Che'	SC	AF y AD
			Byrsonima crassifolia (L.) Kunth	Nananche	SC	AF
			Malpighia souzae Miranda	Uste'	SC	AF y AD
		Phyllanthaceae	*Astrocasia tremula (Griseb.) G. L. Webster*	Trompillo	SC	AF
		Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle L.*	Magle colorado	A	AF y AD
		Salicaceae	*Casearia corymbosa Kunth*	Botoncillo	SC	AF y AD
			Pleuranthodendron lindenii (Turcz.) Sleumer	Botoncillo	SC	AF
			Samyda yucatanenses Standl.	Jazmín yucateco	SC	AF
			Zuelania guidonia (Sw.) Britton & Millsp.	Anona de llano	SC	AF
	Malvales	Bixaceae	*Bixa orellana L.*	Achiote	SC	AF
		Cochlospermaceae	*Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.*	Algodón silvestre	SC	AF y AD
		Malvaceae	*Anoda cristata (L.) Schltdl.*	Alache	SC	AF
			Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Baker f.	Algodoncillo	SC	AF
			Ceiba pentandra (L.) Gaertn	Ce ba	SC	AF y AD
			Guazuma ulmifolia Lam.	Bellota de cuaulote	SC	AF y AD
			Hampea trilobata Standl.	Majagua	SC	AF y AD
			Luehea speciosa Willd.	Algodoncillo	SC	AF
			Malvastrum coromandelianum (L.) Garcke	Escobillo	SC	AF

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
			Malvaviscus arboreus Cav.	Altea	SC	AF y AD
			Melochia pyramidata L.	Escobilla	SC	AF
			Pachira aquatica Aubl.	Zapote de agua	SC	AF
			Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugand	Coquito	SC	AF y AD
			Sida rhombifolia L.	Tlalmate	SC	AF y AD
			Waltheria indica L.	Tapacola	SC	AF y AD
		Muntingiaceae	*Muntingia calabura L.*	Capulín	SC	AF y AD
	Myrtales	Combretaceae	*Laguncularia racemosa (L.) C. F. Gaertn.*	Mangle blanco	A	AF y AD
			Terminalia catappa L.	Almendro malabar	SC	AF y AD
		Lythraceae	*Cuphea hyssopifolia Kunth*	Falso brezo mexicano	SC	AF
		Melastomataceae	*Miconia argentea (Sw.) DC.*	Capulincillo	SC	AF
			Miconia xalapensis (Bonpl.) M. Gómez	Capulín	SC	AF
		Myrtaceae	*Eugenia axillaris (Sw.) Willd.*	Escobillo	SC	AF y AD
			Eugenia capuli (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Capulín de mayo	SC	AF
			Psidium guajava L.	Guayaba dulce	SC	AF
			Psidium sartorianum	Arrayán	SC	AF y AD
		Onagraceae	*Ludwigia octovalvis (Jacq.) P.H. Raven*	Calavera	SC	AF
	Oxalidales	Connaraceae	*Rourea glabra Kunth*	Bejuco de agua	SC	AF y AD
		Oxalidaceae	*Oxalis latifolia Kunth*	Acederilla	SC	AF y AD
	Pandanales	Cyclanthaceae	*Asplundia sleeperae Grayum & Hammel*	NA	SC	AF
	Picramniales	Picramniaceae	*Alvaradoa amorphoides Liebm.*	Ardillo	SC	AF y AD
	Poales	Bromeliaceae	*Aechmea bracteata (Sw.) Griseb.*	Gallito	SC	AF y AD
			Bromelia karatas L.	Aguama	SC	AF y AD
		Cyperaceae	*Cyperus rotundus L.*	Cebollín	SC	AF
			Eleocharis cellulosa Torr.	NA	SC	AF
		Poaceae	*Andropogon bicornis L.*	Cola de zorra	SC	AF
			Bouteloua repens (Kunth) Scribn	Navajita rastrera	SC	AF

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
			Cenchrus echinatus L.	Zacate cadillo	SC	AF y AD
			Chloris barbata Sw.	Am su'uk	SC	AF
			Chloris ciliata Sw.	Verdillo cacahuatoide	SC	AF
			Dactyloctenium aegyptium	Pasto pata de pollo	SC	AD
			Lasiacis divaricata (L.) Hitchc.	Carricillo	SC	AF y AD
			Melinis repens (Willd.) Zizka	Pasto africano rosado	SC	AF
			Panicum trichoides Sw.	Zacate de agua	SC	AF y AD
			Panicum virgatum L.	Zacate Klein	SC	AF
			Paspalum blodgettii Chapm.	Coral	SC	AF y AD
			Paspalum conjugatum P.J. Bergius	Grama	SC	AF
			Paspalum fasciculatum Willd. ex Flüggé	Camalote	SC	AF y AD
			Setaria parviflora (Poir.) Kerguélen	Zacate sedoso	SC	AF y AD
			Setaria pumila (Poir.) Roem. & Schult.	NA	SC	AF
			Urochloa humidicola (Rendle) Morrone & Zuloaga	NA	SC	AF y AD
		Typhaceae	*Typha latifolia L.*	Tule cola de gato	SC	AD
	Ranunculales	Menispermaceae	*Cissampelos pareira L.*	Colorín	SC	AF
			Hyperbaena winzerlingii Standl.	Naranjillo	SC	AF y AD
	Rosales	Cannabaceae	*Celtis iguanaea (Jacq). Sarg.*	Garabato	SC	AF y AD
		Moraceae	*Brosimum alicastrum Sw.*	Ramón	SC	AF y AD
			Ficus cotinifolia Kunth.	Amate negro	SC	AF y AD
			Ficus padifolia Kunth.	Tescalame	SC	AF
			Ficus pertusa L.f.	Amatillo	SC	AF
			Trophis racemosa (L.) Urb.	Campanilla	SC	AF y AD
		Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana (Schult.) Zucc.*	Tullidora	SC	AF y AD
			Krugiodendron ferreum (Vahl) Urb.	Capulincillo	SC	AF y AD
		Urticaceae	*Cecropia obtusifolia Bertol.*	Guarumo	SC	AF
			Cecropia schreberiana ssp. antillarum (Senthl.) C.C. Berg & P. Franco	NA	SC	AF y AD

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
	Santalales	Santalaceae	*Phoradendron wattii Krug & Urb.*	Caballeo	SC	AF y AD
		Ximeniaceae	*Ximenia americana L.*	Ciruelillo	SC	AF
	Sapindales	Anacardiaceae	*Astronium graveolens Jacq.*	Amargoso	A	AF y AD
			Lannea schweinfurthii (Engl.) Engl.	NA	SC	AF
			Mangifera indica L.	Mango	SC	AF
			Metopium brownei (Jacq.) Urb.	Chechen prieto	SC	AF y AD
			Spondias mombin L.	Jobo	SC	AF y AD
		Burseraceae	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Palo mulato	SC	AF y AD
		Meliaceae	*Cedrela odorata L.*	Cedro	Pr	AF
			Swietenia macrophylla King	Caoba	SC	AF
			Trichilia glabra L.	Choben-che	SC	AF y AD
		Rutaceae	*Casimiroa tetrameria Millsp.*	Matasano	SC	AF y AD
			Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle (pro. sp.)	Lima ácida	SC	AF
			Citrus X sinensis (L.) Osbeck (pro. sp.)	Naranja	SC	AF
			Zanthoxylum caribaeum Lam.	Chichón	SC	AF
			Zanthoxylum riedelianum Engl.	Tembetarí	SC	AF y AD
		Sapindaceae	*Allophyllus cominia (L.) Sw.*	Palo de caja	SC	AD
			Cupania dentata Moc. & Sessé ex DC.	Agua al ojo blanco	SC	AF
			Melicoccus oliviformis Kunth	Guaya	SC	AF y AD
			Sapindus saponaria L.	Chambimbe	SC	AF
			Thouinia paucidentata Radlk.	Cascarillo de montaña	SC	AF y AD
	Solanales	Convolvulaceae	*Convolvulus nodiflorus Desv.*	Sak lool aak'	SC	AF y AD
			Ipomoea crinicalyx S. Moore	NA	SC	AF
			Ipomoea hederifolia L.	Frijolillo	SC	AF y AD
			Ipomoea pes-caprae (L.) R. Br.	Bejuco de mar	SC	AF y AD
		Solanaceae	*Physalis campechiana L.*	Tomatillo	SC	AF
			Solanum rostratum Dunal	Ayohuiztle	SC	AF

Listado de especies en el área de la franja y área del ducto del proyecto						
Clase	**Orden**	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**NOM-059**	**Área**
			Solanum tridynamum Dunal	Berenjena	SC	AF y AD
	Vitales	Vitaceae	*Cissus verticillata (L.) Nicolson & Jarvis*	Tripa de zopilote	SC	AF y AD
	Zingiberales	Heliconiaceae	*Heliconia caribaea Lam.*	Bijao	SC	AF
	Zygophyllales	Zygophyllaceae	*Kallstroemia maxima (L.) Hook. & Arn.*	Abrojo de flor amarilla	SC	AD
Polypodiopsida	Schizaeales	Lygodiaceae	*Lygodium venustum Sw.*	Helecho	SC	AF

Tabla 27. Presencia de especies por tipo de uso de suelo y vegetación en el área de la franja y área del ducto del Proyecto *(BC = bosque cultivado, BQ = bosque de encino, PC = pastizal cultivado, PI = pastizal inducido, RA = agricultura de riego, RAP = agricultura de riego y permanente, SAP = selva alta perennifolia, SBC = selva baja caducifolia, SBP = selva baja perennifolia, SBQ = selva baja espinosa subperennifolia, SMC = selva mediana caducifolia, SMQ = selva mediana subperennifolia, SMS = selva mediana subcaducifolia, TA = agrciultura de temporal anual, TP = agricultura de permanente, VM = manglar, VS =sabana, VT = tular)*.

Especie	BC	BQ	PC	PI	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Acalypha alopecuroidea				■															1
Acalypha hispida			■				■		■										3
Acanthocereus			■					■			■			■					4
Acoelorraphe wrightii				■						■									2
Aechmea bracteata	■		■		■						■	■	■						6
Agave fourcroydes			■					■			■			■					4
Albizia niopoides							■												1
Aldama dentata			■														■		2
Allamanda			■				■												2
Allophyllus cominia													■	■					2
Alvaradoa amorphoides								■			■			■					3
Amaranthus spinosus			■			■			■		■			■					5
Amphilophium crucigerum							■												1
Andira galeottiana			■				■												2
Andira inermis							■												1
Andropogon bicornis			■				■		■										3
Anoda cristata			■				■		■										3
Aphelandra scabra														■					1
Apoplanesia paniculata								■			■								2
Ardisia escallonioides	■		■		■					■	■	■	■						7
Asclepias curassavica	■		■				■		■		■	■	■	■	■		■		10
Asplundia sleeperae			■																1
Astrocasia tremula			■										■	■					3
Astronium graveolens			■										■	■					3
Attalea butyracea			■				■												2
Bacopa lacertosa			■						■										2
Bauhinia divaricata			■			■		■			■		■	■					6
Bauhinia lunarioides			■																1
Bidens cynapiifolia			■								■		■	■					4
Bidens pilosa			■				■		■										3
Bixa orellana							■								■				2
Boerhavia coccinea			■			■					■			■					4
Bourreria pulchra			■			■		■			■		■	■					6

Especie	BC	BQ	PC	PI	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Bouteloua repens																			3
Bromelia karatas																			4
Brosimum alicastrum																			5
Bunchosia glandulosa																			5
Bursera simaruba																			10
Byrsonima crassifolia																			1
Caesalpinia gaumeri																			6
Calea jamaicensis																			2
Callicarpa acuminata																			4
Cameraria latifolia																			1
Capparis pachaca																			3
Carica papaya																			3
Cascabela gaumeri																			2
Casearia corymbosa																			2
Casimiroa tetrameria																			4
Cecropia obtusifolia																			2
Cecropia schreberiana ssp. antillarum																			7
Cedrela odorata																			3
Ceiba aesculifolia																			1
Ceiba pentandra																			6
Celtis iguanaea																			3
Cenchrus echinatus																			4
Centrosema virginianum																			2
Chamaecrista glandulosa																			1
Chiococca alba																			3
Chloris barbata																			1
Chloris ciliata																			1
Chrysophyllum mexicanum																			2
Cirsium arvense																			1
Cissampelos pareira																			3
Cissus verticillata																			2
Citharexylum hexangulare																			2
Citrus aurantifolia																			3
Citrus X sinensis																			2
Cnidoscolus aconitifolius																			5
Coccoloba barbadensis																			8
Coccoloba cozumelensis																			2
Coccoloba spicata																			4

Especie	BC	BQ	PC	PI	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Cochlospermum vitifolium																			4
Commelina erecta																			3
Compsoneura mexicana																			1
Convolvulus nodiflorus																			1
Cordia alliodora																			8
Cosmocalyx spectabilis																			3
Crescentia cujete																			2
Crinum erubescens																			4
Crotalaria longirostrata																			2
Croton ciliatoglandulifer																			1
Croton humilis																			7
Croton reflexifolius																			3
Cupania dentata																			2
Cuphea hyssopifolia																			2
Cyanthillium cinereum																			1
Cyperus rotundus																			1
Dactyloctenium aegyptium																			1
Dendropanax arboreus																			1
Desmodium procumbens																			1
Dioscorea polygonoides																			3
Diospyros anisandra																			3
Diospyros cuneata																			1
Diphysa carthagenensis																			3
Ehretia tinifolia																			3
Elais guineensis																			1
Eleocharis cellulosa																			1
Elytraria bromoides																			3
Enterolobium cyclocarpum																			2
Erythrina americana																			1
Erythroxylum rotundifolium																			5
Eugenia axillaris																			2
Eugenia capuli																			3
Euphorbia furcillata																			3
Euploca fruticosa																			1
Ficus cotinifolia																			3
Ficus padifolia																			3
Ficus pertusa																			1
Forchhammeria trifoliata																			3

Especie	BC	BQ	PC	PI	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Fraxinus americana																			1
Galactia striata																			2
Gliricidia sepium																			2
Guatteria anomala																			1
Guazuma ulmifolia																			14
Guettarda combsii																			3
Guettarda elliptica																			6
Guettarda gaumeri																			7
Gymnanthes lucida																			5
Gymnopodium floribundum																			5
Haematoxylum brasiletto																			2
Haematoxylum campechianum																			7
Hamelia patens																			4
Hampea trilobata																			8
Havardia albicans																			6
Heliconia caribaea																			1
Heliotropium indicum																			1
Hyalocereus undatus																			1
Hyperbaena winzerlingii																			4
Indigofera trita																			3
Inga laurina																			2
Inga vera																			1
Ipomoea crinicalyx																			2
Ipomoea hederifolia																			3
Ipomoea pes-caprae																			3
Jatropha gaumeri																			6
Kallstroemia maxima																			2
Karwinskia humboldtiana																			2
Krugiodendron ferreum																			2
Lagascea mollis																			3
Laguncularia racemosa																			4
Lannea schweinfurthii																			1
Lantana camara																			6
Lasiacis divaricata																			4
Lasianthaea fruticosa																			3
Lepidium virginicum																			3
Leptolobium panamense																			3
Leucaena leucocephala																			4

Especie	BC	BQ	PC	PI	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Licaria campechiana										■									1
Lonchocarpus rugosus	■		■		■					■	■	■	■	■					8
Lonchocarpus xuul			■										■	■					3
Ludwigia octovalvis			■																1
Luehea speciosa			■											■					2
Lygodium venustum			■												■				2
Lysiloma latisiliquum			■			■		■			■		■	■					6
Machaonia lindeniana			■					■			■			■					4
Macroptilium atropurpureum			■				■				■				■				4
Malpighia souzae				■						■							■		3
Malvastrum coromandelianum			■																1
Malvaviscus arboreus											■			■	■				3
Mammea americana			■																1
Mangifera indica			■																1
Manilkara zapota	■		■								■	■							4
Margaritopsis microdon			■										■	■					3
Mariosousa dolichostachya			■											■					2
Melanthera nivea			■																1
Melicoccus oliviformis													■	■					2
Melinis repens			■																1
Melochia pyramidata										■		■							2
Metopium brownei	■		■		■					■	■	■	■			■			8
Miconia argentea			■																1
Miconia xalapensis							■												1
Mimosa bahamensis			■								■		■	■					4
Mimosa pigra			■				■		■										3
Mimosa pudica			■				■		■										3
Mirabilis jalapa			■												■				2
Momordica charantia			■												■		■		3
Morinda royoc			■			■							■	■					4
Mucuna pruriens				■															1
Muntingia calabura			■			■					■		■	■					5
Neea choriophylla			■										■	■					3
Neomillspaughia emarginata			■			■		■			■		■	■					6
Neptunia pubescens			■																1
Nopalea inaperta			■			■		■			■			■					5
Nymphoides indica							■								■			■	3
Oeceoclades maculata	■		■		■						■	■	■						6

Especie	BC	BQ	PC	PI	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Oxalis latifolia											■								1
Pachira aquatica			■				■												2
Panicum trichoides								■			■								2
Panicum virgatum			■																1
Parmentiera aculeata			■				■												2
Parthenium hysterophorus			■																1
Paspalum blodgettii											■			■			■		3
Paspalum conjugatum										■									1
Paspalum fasciculatum			■				■		■										3
Periscaria punctata			■																1
Phoradendron wattii			■								■		■			■			4
Physalis campechiana			■				■												2
Piscidia piscipula	■		■		■	■	■			■	■	■	■	■	■				11
Pisonia aculeata			■								■			■					3
Pithecellobium lanceolatum	■		■		■		■	■			■	■	■	■	■	■			11
Platymiscium yucatanum	■				■						■	■	■						5
Pleuranthodendron lindenii			■																1
Pontederia cordata																	■		1
Pseudobombax ellipticum			■										■	■					3
Psidium guajava							■												1
Psidium sartorianum													■						1
Quadrella incana						■					■								2
Randia aculeata	■		■		■	■	■			■	■	■	■	■					10
Randia chiapensis															■				1
Randia longiloba										■									1
Rhizophora mangle			■								■		■			■			4
Rivina humilis			■				■		■										3
Rourea glabra			■										■	■					3
Ruellia blechum																	■		1
Russelia sarmentosa			■																1
Sabal yapa			■								■		■	■		■			5
Salvia coccinea						■					■			■					3
Samyda yucatanenses											■								1
Sansevieria trifasciata											■			■					2
Sapindus saponaria			■																1
Sclerocarpus divaricatus											■			■					2
Sebastiania adenophora	■		■								■	■	■						5
Semialarium mexicanum	■		■		■			■			■	■	■	■					8

Especie	BC	BQ	PC	PI	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Senegalia gaumeri																			5
Senna alata																			1
Senna racemosa																			3
Setaria parviflora																			3
Setaria pumila																			1
Sida rhombifolia																			4
Sideroxylon americanum																			5
Sideroxylon celastrinum																			4
Solanum rostratum																			2
Solanum tridynamum																			2
Spondias mombin																			5
Stachytarpheta jamaicensis																			5
Swietenia macrophylla																			4
Syngonium auritum																			2
Syngonium podophyllum																			1
Tabebuia rosea																			6
Tabernaemontana alba																			2
Tabernaemontana amygdalifolia																			9
Tabernaemontana arborea																			1
Tabernaemontana donnell-smithii																			1
Tagetes filifolia																			3
Talinum paniculatum																			4
Tara vesicaria																			1
Tarenaya spinosa																			2
Tephrosia cinerea																			2
Terminalia catappa																			7
Thevetia ahouai																			3
Thouinia paucidentata																			3
Thunbergia fragrans																			2
Trichilia glabra																			2
Trixis inula																			3
Trophis racemosa																			7
Typha latifolia																			1
Urochloa humidicola																			3
Vachellia collinsii																			4
Vachellia cornigera																			12
Vachellia farnesiana																			3
Vachellia pennatula																			3

Especie	BC	BQ	PC	PI	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Vernonathura patens																			2
Viguiera dentata																			2
Vitex gaumeri																			6
Voyria parasitica																			6
Waltheria indica																			4
Xanthosoma robustum																			1
Ximenia americana																			1
Zanthoxylum caribaeum																			1
Zanthoxylum riedelianum																			5
Zapoteca formosa																			1
Zuelania guidonia																			3
Zygia stevensonii																			3
Total	**31**	**3**	**197**	**7**	**25**	**30**	**63**	**30**	**31**	**31**	**113**	**38**	**88**	**105**	**27**	**11**	**15**	**3**	

Área de la Franja del proyecto.

De manera particular, en el **AF** se registró la presencia de 258 taxa pertenecientes a 83 familias, 32 órdenes y 2 clases. El tipo de vegetación con mayor número de especies fue Pastizal cultivado con 197 especies seguido por Selva mediana caducifolia (SMC) con 97 especies. Por lo contrario, los USV con menor registro de especies fueron Bosque de encino (BQ), Selva baja espinosa subperennifolia (SBQ) y Sabana (VS) con tres especies cada uno. En cuanto a las especies presentes en el mayor número de USV fueron *Guazuma ulmiflia* en 12 USV, *Vachellia cornígera* en 11 y *Piscidia piscipula* y *Pithecellobium lanceolatum* en 10 (**Tabla 55**).

Tabla 28. Presencia de especies por tipo de uso de suelo y vegetación en el área de influencia *(BC = bosque cultivado, BQ = bosque de encino, PC = pastizal cultivado, RA = agricultura de riego, RAP = agricultura de riego y permanente, SAP = selva alta perennifolia, SBC = selva baja caducifolia, SBP = selva baja perennifolia, SBQ = selva baja espinosa subperennifolia, SMC = selva mediana caducifolia, SMQ = selva mediana subperennifolia, SMS = selva mediana subcaducifolia, TA = agricultura de temporal anual, TP = agricultura de permanente, VM = manglar, VS =sabana, VT = tular)*.

Especie	BC	BQ	PC	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Acalypha hispida																		3
Acanthocereus tetragonus																		2
Aechmea bracteata																		5
Agave fourcroydes																		2
Albizia niopoides																		1
Aldama dentata																		1

Especie	BC	BQ	PC	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Allamanda cathartica																		2
Alvaradoa amorphoides																		1
Amaranthus spinosus																		4
Amphilophium crucigerum																		1
Andira galeottiana																		2
Andira inermis																		1
Andropogon bicornis																		3
Anoda cristata																		3
Apoplanesia paniculata																		2
Ardisia escallonioides																		6
Asclepias curassavica																		7
Asplundia sleeperae																		1
Astrocasia tremula																		3
Astronium graveolens																		3
Attalea butyracea																		2
Bacopa lacertosa																		2
Bauhinia divaricata																		4
Bauhinia lunarioides																		1
Bidens cynapiifolia																		4
Bidens pilosa																		3
Bixa orellana																		2
Boerhavia coccinea																		3
Bourreria pulchra																		5
Bouteloua repens																		3
Bromelia karatas																		3
Brosimum alicastrum																		4
Bunchosia glandulosa																		4
Bursera simaruba																		9
Byrsonima crassifolia																		1
Caesalpinia gaumeri																		5
Calea jamaicensis																		1
Callicarpa acuminata																		3
Capparis pachaca																		3
Carica papaya																		3
Cascabela gaumeri																		1
Casearia corymbosa																		1
Casimiroa tetrameria																		3
Cecropia obtusifolia																		2

Especie	BC	BQ	PC	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Cecropia schreberiana ssp. antillarum																		6
Cedrela odorata																		3
Ceiba aesculifolia																		1
Ceiba pentandra																		5
Celtis iguanaea																		2
Cenchrus echinatus																		2
Centrosema virginianum																		1
Chamaecrista glandulosa																		1
Chiococca alba																		1
Chloris barbata																		1
Chloris ciliata																		1
Chrysophyllum mexicanum																		2
Cirsium arvense																		1
Cissampelos pareira																		3
Cissus verticillata																		1
Citharexylum hexangulare																		2
Citrus aurantifolia																		3
Citrus X sinensis																		2
Cnidoscolus aconitifolius																		4
Coccoloba barbadensis																		7
Coccoloba cozumelensis																		2
Coccoloba spicata																		4
Cochlospermum vitifolium																		3
Commelina erecta																		3
Compsoneura mexicana																		1
Convolvulus nodiflorus																		1
Cordia alliodora																		7
Cosmocalyx spectabilis																		2
Crescentia cujete																		1
Crinum erubescens																		3
Crotalaria longirostrata																		2
Croton ciliatoglandulifer																		1
Croton humilis																		5
Croton reflexifolius																		3
Cupania dentata																		2
Cuphea hyssopifolia																		2
Cyperus rotundus																		1
Dendropanax arboreus																		1

Especie	BC	BQ	PC	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Desmodium procumbens										■								1
Dioscorea polygonoides										■								1
Diospyros anisandra			■									■	■					3
Diospyros cuneata													■					1
Diphysa carthagenensis			■									■	■					3
Ehretia tinifolia			■										■					2
Elais guineensis			■															1
Eleocharis cellulosa																	■	1
Elytraria bromoides							■			■								2
Enterolobium cyclocarpum			■											■				2
Erythrina americana						■												1
Erythroxylum rotundifolium			■								■	■	■					4
Eugenia axillaris			■										■					2
Eugenia capuli			■			■								■				3
Euphorbia furcillata			■			■	■	■										4
Euploca fruticosa										■								1
Ficus cotinifolia												■			■			2
Ficus padifolia			■			■		■										3
Ficus pertusa			■															1
Forchhammeria trifoliata			■									■	■					3
Fraxinus americana			■															1
Galactia striata			■							■								2
Gliricidia sepium													■					1
Guatteria anomala			■															1
Guazuma ulmifolia	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	■			■		12
Guettarda combsii			■									■	■					3
Guettarda elliptica			■		■		■			■			■					5
Guettarda gaumeri	■		■	■						■	■							5
Gymnanthes lucida			■									■	■		■			4
Gymnopodium floribundum			■		■					■		■	■					5
Haematoxylum brasiletto			■											■				2
Haematoxylum campechianum	■	■	■								■							4
Hamelia patens			■		■					■								3
Hampea trilobata	■		■	■						■	■	■						6
Havardia albicans			■		■					■		■	■					5
Heliconia caribaea			■															1
Heliotropium indicum						■												1
Hyalocereus undatus			■															1

Especie	BC	BQ	PC	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Hyperbaena winzerlingii																		2
Indigofera trita																		1
Inga laurina																		2
Inga vera																		1
Ipomoea crinicalyx																		2
Ipomoea hederifolia																		2
Ipomoea pes-caprae																		3
Jatropha gaumeri																		6
Karwinskia humboldtiana																		2
Krugiodendron ferreum																		1
Lagascea mollis																		2
Laguncularia racemosa																		3
Lannea schweinfurthii																		1
Lantana camara																		5
Lasiacis divaricata																		3
Lasianthaea fruticosa																		2
Lepidium virginicum																		3
Leptolobium panamense																		3
Leucaena leucocephala																		2
Lonchocarpus rugosus																		6
Lonchocarpus xuul																		3
Ludwigia octovalvis																		1
Luehea speciosa																		2
Lygodium venustum																		2
Lysiloma latisiliquum																		6
Machaonia lindeniana																		2
Macroptilium atropurpureum																		4
Malpighia souzae																		1
Malvastrum coromandelianum																		1
Malvaviscus arboreus																		2
Mammea americana																		1
Mangifera indica																		1
Manilkara zapota																		4
Margaritopsis microdon																		3
Mariosousa dolichostachya																		1
Melanthera nivea																		1
Melicoccus oliviformis																		2
Melinis repens																		1

Especie	BC	BQ	PC	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Melochia pyramidata									■		■							2
Metopium brownei	■		■	■						■	■	■			■			7
Miconia argentea			■															1
Miconia xalapensis						■												1
Mimosa bahamensis			■							■		■	■					4
Mimosa pigra			■			■		■										3
Mimosa pudica			■			■		■										3
Mirabilis jalapa			■											■				2
Momordica charantia			■											■				2
Morinda royoc			■		■							■	■					4
Muntingia calabura			■		■					■		■	■					5
Neea choriophylla			■									■	■					3
Neomillspaughia emarginata			■		■		■			■								4
Neptunia pubescens			■															1
Nopalea inaperta			■		■		■			■								4
Nymphoides indica						■								■			■	3
Oeceoclades maculata	■		■	■						■	■							5
Oxalis latifolia										■								1
Pachira aquatica			■			■												2
Panicum trichoides							■			■								2
Panicum virgatum			■															1
Parmentiera aculeata			■			■												2
Parthenium hysterophorus			■															1
Paspalum blodgettii										■						■		2
Paspalum conjugatum									■									1
Paspalum fasciculatum			■			■		■										3
Periscaria punctata			■															1
Phoradendron wattii			■									■			■			3
Physalis campechiana			■			■												2
Piscidia piscipula	■		■	■	■	■				■	■	■	■	■				10
Pisonia aculeata			■							■			■					3
Pithecellobium lanceolatum	■		■	■		■				■	■	■	■	■	■			10
Platymiscium yucatanum	■			■							■							3
Pleuranthodendron lindenii			■															1
Pseudobombax ellipticum			■									■	■					3
Psidium guajava						■												1
Psidium sartorianum												■						1
Quadrella incana					■					■								2

Especie	BC	BQ	PC	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Randia aculeata																		9
Randia chiapensis																		1
Rhizophora mangle																		3
Rivina humilis																		3
Rourea glabra																		2
Russelia sarmentosa																		1
Sabal yapa																		3
Salvia coccinea																		2
Samyda yucatanenses																		1
Sansevieria trifasciata																		1
Sapindus saponaria																		1
Sclerocarpus divaricatus																		1
Sebastiania adenophora																		3
Semialarium mexicanum																		6
Senegalia gaumeri																		3
Senna alata																		1
Senna racemosa																		2
Setaria parviflora																		3
Setaria pumila																		1
Sida rhombifolia																		3
Sideroxylon americanum																		4
Sideroxylon celastrinum																		2
Solanum rostratum																		2
Solanum tridynamum																		1
Spondias mombin																		5
Stachytarpheta jamaicensis																		4
Swietenia macrophylla																		4
Syngonium auritum																		1
Syngonium podophyllum																		1
Tabebuia rosea																		4
Tabernaemontana alba																		2
Tabernaemontana amygdalifolia																		6
Tabernaemontana arborea																		1
Tabernaemontana donnell-smithii																		1
Tagetes filifolia																		3
Talinum paniculatum																		4
Tarenaya spinosa																		2
Tephrosia cinerea																		2

Especie	BC	BQ	PC	RA	RAP	SAP	SBC	SBP	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	TP	VM	VS	VT	Total
Terminalia catappa																		5
Thevetia ahouai																		3
Thouinia paucidentata																		3
Thunbergia fragrans																		2
Trichilia glabra																		1
Trixis inula																		2
Trophis racemosa																		5
Urochloa humidicola																		3
Vachellia collinsii																		2
Vachellia cornigera																		11
Vachellia farnesiana																		3
Vachellia pennatula																		2
Vernonathura patens																		2
Viguiera dentata																		2
Vitex gaumeri																		6
Voyria parasitica																		5
Waltheria indica																		4
Xanthosoma robustum																		1
Ximenia americana																		1
Zanthoxylum caribaeum																		1
Zanthoxylum riedelianum																		5
Zapoteca formosa																		1
Zuelania guidonia																		3
Zygia stevensonii																		3
Total	**30**	**3**	**197**	**25**	**31**	**63**	**20**	**31**	**3**	**97**	**38**	**52**	**62**	**27**	**11**	**3**	**2**	

Área de Proyecto.

En cuanto al **AP** se registró la presencia de 164 taxa pertenecientes a 66 familias, 29 órdenes y 1 clases. El tipo de vegetación con mayor número de especies fue Agricultura de temporal anual (TA) con 91 especies seguido de selva mediana caducifolia (SMC) con 90 especies. Por lo contrario, los USV con menor registro de especies fueron Tular (VT) con una especie y Pastizal inducido (PI) con 7 especies. En cuanto a las especies presentes en el mayor número de USV fueron *Guazuma ulmiflia* en 8 USV y *Pithecellobium lanceolatum* en 7 (**Tabla 56**).

Tabla 29. Presencia de especies por tipo de uso de suelo y vegetación en el área de Proyecto *(BC = bosque cultivado, PC = pastizal cultivado, PI = pastizal inducido, SBC = selva baja caducifolia, SBQ = selva baja espinosa subperennifolia, SMC = selva mediana caducifolia, SMQ = selva mediana subperennifolia, SMS = selva mediana subcaducifolia, TA = agricultura de temporal anual, VS =sabana, VT = tular).*

Especie	BC	PC	PI	SBC	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	VS	VT	Total
Acalypha alopecuroidea												1
Aldama dentata												1
Amaranthus spinosus												1
Aphelandra scabra												1
Apoplanesia paniculata												1
Astronium graveolens												1
Bacopa lacertosa												1
Bidens pilosa												1
Cameraria latifolia												1
Cascabela gaumeri												1
Casearia corymbosa												1
Commelina erecta												1
Convolvulus nodiflorus												1
Crescentia cujete												1
Crinum erubescens												1
Croton reflexifolius												1
Cyanthillium cinereum												1
Dactyloctenium aegyptium												1
Ehretia tinifolia												1
Eugenia axillaris												1
Ficus cotinifolia												1
Galactia striata												1
Ipomoea pes-caprae												1
Karwinskia humboldtiana												1
Krugiodendron ferreum												1
Lasiacis divaricata												1
Lepidium virginicum												1
Licaria campechiana												1
Malvaviscus arboreus												1
Mariosousa dolichostachya												1
Mimosa pigra												1
Mimosa pudica												1
Mirabilis jalapa												1
Momordica charantia												1
Mucuna pruriens												1
Oxalis latifolia												1

Especie	BC	PC	PI	SBC	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	VS	VT	Total
Panicum trichoides												1
Paspalum fasciculatum												1
Phoradendron wattii												1
Pisonia aculeata												1
Pontederia cordata												1
Psidium sartorianum												1
Randia longiloba												1
Rivina humilis												1
Rourea glabra												1
Ruellia blechum												1
Setaria parviflora												1
Sida rhombifolia												1
Solanum tridynamum												1
Spondias mombin												1
Stachytarpheta jamaicensis												1
Syngonium auritum												1
Tagetes filifolia												1
Tara vesicaria												1
Tarenaya spinosa												1
Tephrosia cinerea												1
Typha latifolia												1
Urochloa humidicola												1
Vachellia farnesiana												1
Acoelorraphe wrightii												2
Allophyllus cominia												2
Boerhavia coccinea												2
Bromelia karatas												2
Calea jamaicensis												2
Callicarpa acuminata												2
Capparis pachaca												2
Celtis iguanaea												2
Centrosema virginianum												2
Cissus verticillata												2
Cnidoscolus aconitifolius												2
Cochlospermum vitifolium												2
Cosmocalyx spectabilis												2
Diphysa carthagenensis												2
Elytraria bromoides												2
Forchhammeria trifoliata												2
Gliricidia sepium												2

Especie	BC	PC	PI	SBC	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	VS	VT	Total
Guettarda combsii												2
Hamelia patens												2
Hyperbaena winzerlingii												2
Indigofera trita												2
Jatropha gaumeri												2
Kallstroemia maxima												2
Lagascea mollis												2
Lasianthaea fruticosa												2
Lonchocarpus xuul												2
Malpighia souzae												2
Margaritopsis microdon												2
Melicoccus oliviformis												2
Morinda royoc												2
Neea choriophylla												2
Paspalum blodgettii												2
Pseudobombax ellipticum												2
Salvia coccinea												2
Sansevieria trifasciata												2
Sclerocarpus divaricatus												2
Senna racemosa												2
Thouinia paucidentata												2
Trichilia glabra												2
Trixis inula												2
Vachellia pennatula												2
Zanthoxylum riedelianum												2
Acanthocereus tetragonus												3
Agave fourcroydes												3
Alvaradoa amorphoides												3
Asclepias curassavica												3
Bidens cynapiifolia												3
Bourreria pulchra												3
Caesalpinia gaumeri												3
Casimiroa tetrameria												3
Ceiba pentandra												3
Cenchrus echinatus												3
Chiococca alba												3
Dioscorea polygonoides												3
Erythroxylum rotundifolium												3
Guettarda elliptica												3
Gymnopodium floribundum												3

Especie	BC	PC	PI	SBC	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	VS	VT	Total
Ipomoea hederifolia												3
Laguncularia racemosa												3
Lantana camara												3
Leucaena leucocephala												3
Lysiloma latisiliquum												3
Machaonia lindeniana												3
Mimosa bahamensis												3
Muntingia calabura												3
Rhizophora mangle												3
Sabal yapa												3
Senegalia gaumeri												3
Sideroxylon celastrinum												3
Tabebuia rosea												3
Vachellia collinsii												3
Waltheria indica												3
Aechmea bracteata												4
Bauhinia divaricata												4
Brosimum alicastrum												4
Bunchosia glandulosa												4
Gymnanthes lucida												4
Haematoxylum campechianum												4
Havardia albicans												4
Neomillspaughia emarginata												4
Oeceoclades maculata												4
Platymiscium yucatanum												4
Sebastiania adenophora												4
Semialarium mexicanum												4
Sideroxylon americanum												4
Terminalia catappa												4
Voyria parasitica												4
Ardisia escallonioides												5
Cecropia schreberiana ssp. antillarum												5
Coccoloba barbadensis												5
Cordia alliodora												5
Croton humilis												5
Guettarda gaumeri												5
Nopalea inaperta												3
Trophis racemosa												5
Bursera simaruba												6
Hampea trilobata												6

Especie	BC	PC	PI	SBC	SBQ	SMC	SMQ	SMS	TA	VS	VT	Total
Lonchocarpus rugosus												6
Metopium brownei												6
Piscidia piscipula												6
Randia aculeata												6
Tabernaemontana amygdalifolia												6
Vachellia cornigera												6
Pithecellobium lanceolatum												7
Guazuma ulmifolia												8
Total	**24**	**22**	**7**	**17**	**28**	**89**	**26**	**78**	**90**	**12**	**1**	

Conclusión

De acuerdo con los datos recabados en campo se observó que tanto el **AF** como el **AD** son muy similares entre sí, siendo que en el **AF** hay una mayor diversidad que en el **AD**. Asimismo, se notó que las especies más predominantes en ambas zonas son especies indicadoras de hábitats perturbados. En este caso *Guazuma ulmifolia* fue la especie que se presentó en el mayor número de USV, esto se debe a que es ampliamente utilizada para producción de leña y forraje, además de que es común en sitios desmontados, siendo abundante y característica de sitios perturbados[3]. Otra de las especies fue *Vachellia cornigera* que es una especie que se desarrolla a orilla de caminos, arroyos, parcelas abandonas, terrenos con disturbio, terrenos sucesionales (Acahuales) y sitios ruderales. Asimismo, es considerada como indicadora de sitios perturbados[4].

Por otro lado, encontramos que en los sitios donde se registró mayor cantidad de especies en **AF** y en **AD**, fueron lugares que corresponden a pastizal cultivado y a agricultura de temporal anual, respectivamente. Esto es consistente con lo reportado en superficies por USV, así como por el grado de perturbación en el que se encuentran los estados de Tabasco, Campeche, Chiapa y Yucatán.

De acuerdo con la riqueza y distribución de las especies analizada a nivel de **AF** y **AD**, se aprecia que el **Proyecto** tendrá un impacto en su mayoría en sitios con usos de suelo de agricultura o perturbados (como pastizal cultivado). Sin embargo, dado que se identificaron especies en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** a nivel de **AF** y **AD,** así como zonas que presentan vegetación forestal, la Promovente llevará a cabo los estudios técnicos justificativos correspondientes para la identificación de especies en los sitios con dicha vegetación, así como la caracterización tanto cualitativa como cuantitativa de dichas superficies.

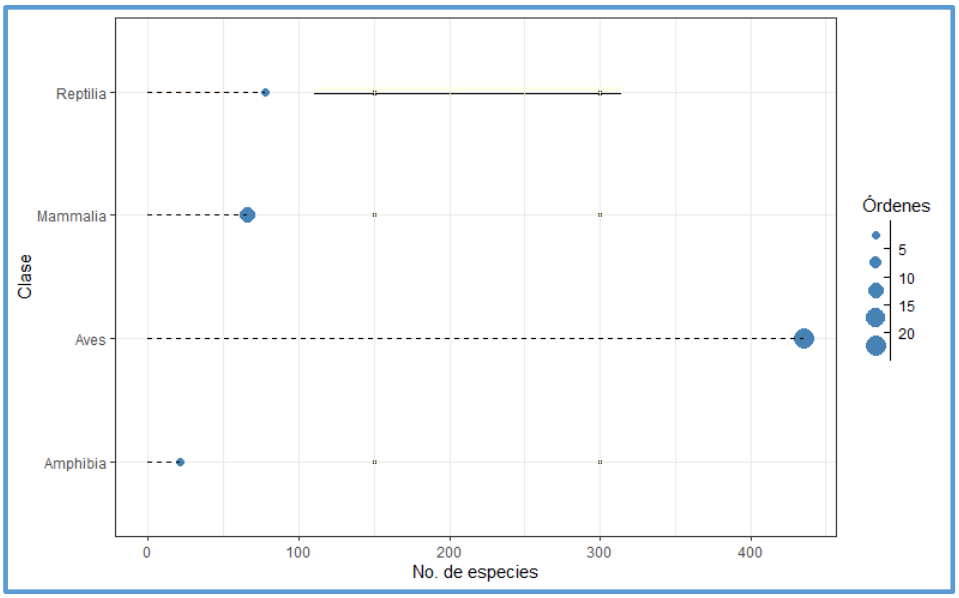
[3] http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-sterc1m.pdf
[4] chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.conabio.gob.mx%2Fconocimiento%2Finfo_especies%2Farboles%2Fdoctos%2F38-legum4m.pdf&clen=22287&chunk=true

B.2. Fauna.

Composición de las comunidades de fauna presentes en el proyecto.

La caracterización de la fauna del **Proyecto** se realizó de forma cualitativa mediante análisis de gabinete, consultando fuentes de información bibliográficas, así como bases de datos biológicos. Al igual que para la caracterización de la vegetación del **Proyecto**, se obtuvieron y depuraron registros de especies de vertebrados terrestres de **GBIF** localizados dentro del **Proyecto**, con año de registro ≥ 2010. De acuerdo con los datos de **GBIF** en el **proyecto** se registraron **600 especies** de animales pertenecientes a 132 familias. Las aves son el grupo que presenta el mayor número de especies (435), seguido por los reptiles (78), mamíferos (66) y anfibios (21) (**Figura 66**).

Figura 66. Número de especies por clase y orden de vertebrados terrestres distribuidos en el sistema ambiental regional.



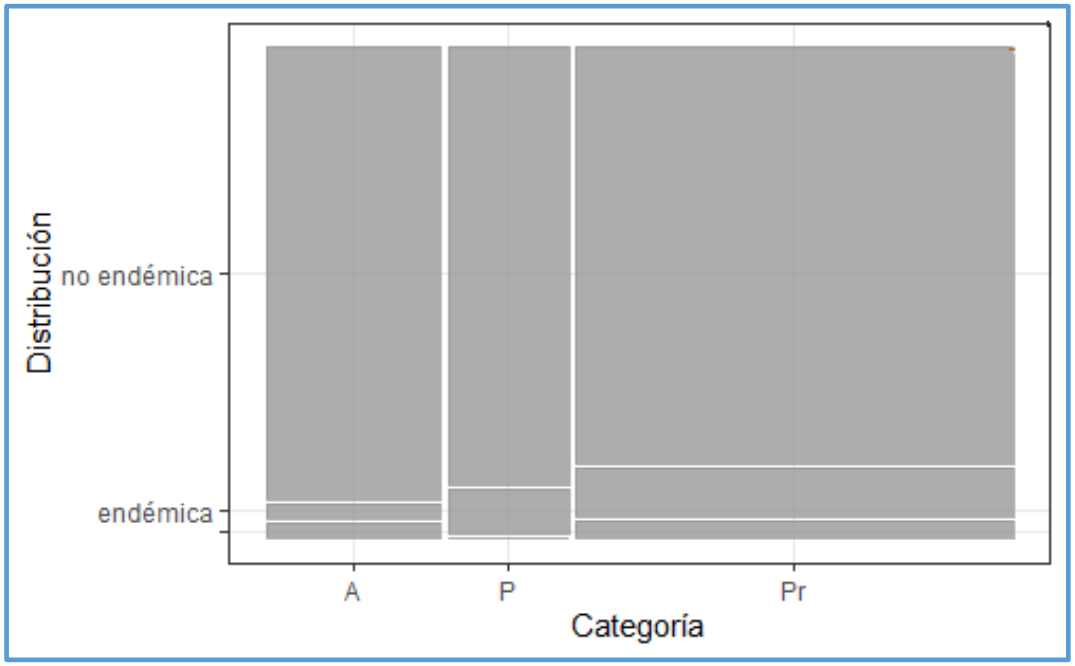
Estado de protección de las especies animales registradas en el proyecto

De las especies animales presentes en el **proyecto**, **134 se encuentran listadas** en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, de ellas, 11 son endémicas y 119 no endémicas y 4 sin datos de distribución; por su categoría, 32 son amenazadas, 22 en peligro y 80 bajo protección especial.

En total, 527 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Lista Roja de la de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**IUCN**). La gran mayoría (493) pertenecen a la

categoría de preocupación menor (LC), 17 casi amenazadas (NT), 7 vulnerables (VU), 4 en peligro (EN), 1 con datos insuficientes (DD), 3 en riesgo bajo (LR/nt) y 2 en peligro crítico (CR).

Figura 67. Proporción de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de acuerdo a su distribución y categoría de riesgo.



Composición de las comunidades de fauna presentes en el Área de la Franja y Área del ducto del Proyecto.

La determinación de la fauna presente en el **AF** y **AD** se realizó de forma cualitativa en función del grupo faunístico (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) mediante transectos en franja. En estos transectos se obtuvieron registros directos de las especies tal como la observación directa visual, de forma indirecta mediante la observación de rastros, así como de forma auditiva. A continuación, se describe la técnica utilizada para la caracterización de la fauna silvestre:

Transecto en franja. - De acuerdo con Mandujano-Rodríguez (s/a), este método consiste en una modificación del muestreo de cuadrante que facilita la tarea de contar los individuos en la unidad de muestreo (ver figura siguiente). El “cuadrante” es una franja angosta y larga en forma de rectángulo que es recorrido por el (los) observador(es) a través de la línea central, contando todos los individuos dentro de la franja muestral de anchura 2W (ancho efectivo). Esto último, se refiere a la anchura en ambos lados de la línea del transecto. La visibilidad en los transectos puede verse afectada por diversos factores como la cobertura vegetal, el relieve, la hora y la técnica de muestreo (a pie, caballo, vehículo terrestre o aéreo). Las consideraciones usadas para este tipo de muestreo son las siguientes:

- Todos los individuos contenidos en el área muestreada tienen la misma probabilidad de ser detectados (p=1).
- Cualquiera de los individuos está aleatoriamente distribuido sobre el área muestreada, o el transecto fue ubicado de manera aleatoria en el área.
- Todos los individuos (ambos sexos y todas las edades) son igualmente probables de ser ahuyentados. El avistamiento de un organismo no influye en el avistamiento de otros organismos.
- Ningún animal es contado más de una vez.

Este procedimiento de muestreo puede ser aplicado a animales de todos los tamaños y en una gran variedad de hábitats, incluso animales que ordinariamente están ocultos pueden ser contados si son ahuyentados por el observador.

Los principales factores que pueden afectar la aplicación de esta metodología son los siguientes:

- Qué tan conspicuos o visibles son los individuos.
- Condiciones meteorológicas.
- Actividad de la especie en relación con la hora del día o estación del año.
- Conteos duplicados de individuos que se desplazan hacia adelante durante el recorrido del transecto después de ser ahuyentados.
- Variación en el efecto de la cobertura del hábitat para la detección de los individuos.

Las metodologías específicas para el muestreo de cada grupo de fauna se describen a continuación:

Anfibios y reptiles.

Para la observación de estas especies se utilizó la técnica de búsqueda activa, en la cual se revisaron huecos, debajo de la hojarasca, debajo de troncos y piedras, que son los sitios donde se esconden la mayoría de las especies de reptiles y anfibios. Cada vez que se observó un individuo se le identificó con la ayuda de guías de campo y/o con manuales previamente elaborados.

Mamíferos.

La presencia de los mamíferos en el área se puede constatar mediante la observación directa de los individuos, sin embargo, debido al comportamiento de la mayoría de los mamíferos, siendo discreto y evasivo, se utilizaron de igual manera métodos indirectos, los cuales consisten en la identificación de los individuos por medio de algún indicio de actividad en la zona, ya sean huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos, etc. siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (1997) y Aranda

(2000). La identificación de las especies se realizó de acuerdo con la experiencia del personal y ayuda de guías de campo y claves dicotómicas (Coates-Estrada y Estrada, 1994; Aranda, 2000; Ceballos y Oliva, 2005).

Aves.

Para la observación de las aves, se utilizaron binoculares (10x50). Así mismo, se realizó la identificación de especies por medio del canto. Para la identificación de las especies se basó principalmente en la experiencia del personal, sin embargo, también se respaldaron en guías de campo como las de Peterson y Chalif (1994), Howell y Webb (1995), National Geopgraphic Society (1996) y Edwards (1998) y Field Guide to the Birds of North America National Geographic (2011).

Se ubicaron de forma aleatoria 28 transectos con una longitud de 500 m lineales, los cuales fueron distribuidos la siguiente manera: 16 transectos en el **AF** y 12 en el **AD**, sumando una longitud total de aproximadamente 14 kilómetros lineales. En la **Tabla 30** y **Tabla 31** se presentan las coordenadas de los transectos de fauna.

Tabla 30. Coordenadas del vértice de los transectos en el área de influencia (Datum WGS84).

Transecto	Longitud	Latitud	Transecto	Longitud	Latitud
5	-88.9225	20.7827	20	-89.8384	20.7408
6	-89.0055	20.8030	21	-89.8870	20.6838
13	-91.8048	17.8235	22	-90.6499	19.7561
15	-88.2827	20.7021	24	-90.6932	19.5790
16	-88.4667	20.7108	25	-90.7068	19.4475
17	-88.5851	20.7340	26	-90.7100	19.3801
18	-89.0246	20.8134	27	-91.1229	18.4987
19	-89.2437	20.8861	28	-91.8013	17.8382

Tabla 31. Coordenadas del vértice de los transectos en el área del Proyecto (Datum WGS84)

Transecto	Longitud	Latitud	Transecto	Longitud	Latitud
1	-88.3574	20.7250	9	-90.6786	19.6502
2	-88.4686	20.7087	10	-90.6985	19.4933
3	-88.6677	20.7413	11	-90.8994	18.7677
4	-88.7614	20.7571	12	-91.4214	18.2417
7	-89.8301	20.7846	14	-91.8050	17.8218
8	-89.8739	20.6940	23	-90.6593	19.7350

Resultados.

Se registró un total de 67 especies de 3 clases, 19 órdenes y 40 familias en el **AP** y **AI (Tabla 60)**. Las aves son el grupo más abundante con 50 especies, seguido por los mamíferos con 10 especies y los reptiles con 7 (**Tabla 32**).

Tabla 32. Número de especies animales por clase registradas en el área de franja y en el área del ducto del Proyecto.

Clase	No. de especies	
	AF	AD
Aves	49	45
Mammalia	10	10
Reptilia	7	7

Estado de protección de las especies animales registradas

De las especies de fauna registradas, 8 se encuentran listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, de ellas 2 son amenazadas, 2 en peligro y 4 bajo protección especial. En total, 67 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Lista Roja de la de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**IUCN**). La gran mayoría (66) pertenecen a la categoría de preocupación menor (LC) y 1 en peligro (EN).

Tabla 33. Especies de vertebrados terrestres registradas en el área de franja y en el área de ducto del Proyecto.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	AF	AD
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán Caracolero	Pr	LC	X	X
Aves	*Accipitriformes*	*Accipitridae*	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera		LC	X	X
Aves	*Anseriformes*	*Anatidae*	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas		LC	X	X
Aves	*Caprimulgiformes*	*Trochilidae*	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo		LC	X	X
Aves	*Cathartiformes*	*Cathartidae*	*Cathartes aura*	Zopilote Aura		LC	X	X
Aves	*Cathartiformes*	*Cathartidae*	*Coragyps atratus*	Zopilote Común		LC	X	X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo		LC	X	X
Aves	*Columbiformes*	*Columbidae*	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas		LC	X	X
Aves	*Coraciiformes*	*Momotidae*	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules		LC		X
Aves	*Cuculiformes*	*Cuculidae*	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy		LC	X	X
Aves	*Cuculiformes*	*Cuculidae*	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo		LC	X	X
Aves	*Falconiformes*	*Falconidae*	*Caracara cheriway*	Quebrantahuesos		LC	X	X
Aves	*Falconiformes*	*Falconidae*	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Guaco		LC	X	X
Aves	*Gruiformes*	*Aramidae*	*Aramus guarauna*	Carrao	A	LC	X	
Aves	*Gruiformes*	*Rallidae*	*Porphyrio martinica*	Gallineta Morada		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Cardinalidae*	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Cardinalidae*	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Corvidae*	*Cyanocorax yncas*	Chara Verde		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Corvidae*	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Corvidae*	*Psilorhinus morio*	Chara Pea		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Fringillidae*	*Euphonia affinis*	Eufonia Garganta Negra		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Dives dives*	Tordo Cantor		LC	X	
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Icterus auratus*	Calandria Dorso Naranja		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos		LC	X	X

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	AF	AD
Aves	*Passeriformes*	*Icteridae*	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Mimidae*	*Dumetella carolinensis*	Maullador Gris		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Mimidae*	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Parulidae*	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Passerellidae*	*Arremonops chloronotus*	Rascador Dorso Verde		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Polioptilidae*	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Polioptilidae*	*Polioptila plumbea*	Perlita Tropical	Pr	LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Thraupidae*	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Tityridae*	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Troglodytidae*	*Uropsila leucogastra*	Saltapared Vientre Blanco		LC	X	
Aves	*Passeriformes*	*Turdidae*	*Turdus grayi*	Mirlo Café		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Empidonax virescens*	Papamoscas Verdoso		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común		LC	X	
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Sayornis phoebe*	Papamoscas Fibí		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Tyrannidae*	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí		LC	X	X
Aves	*Passeriformes*	*Vireonidae*	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos		LC	X	X
Aves	*Pelecaniformes*	*Ardeidae*	*Ardea alba*	Garza Blanca		LC	X	X
Aves	*Pelecaniformes*	*Ardeidae*	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados		LC	X	X
Aves	*Pelecaniformes*	*Ardeidae*	*Tigrisoma mexicanum*	Garza Tigre Mexicana	Pr	LC	X	X
Aves	*Pelecaniformes*	*Threskiornithidae*	*Platalea ajaja*	Espátula Rosada		LC	X	X
Aves	*Piciformes*	*Picidae*	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje		LC	X	X
Aves	*Strigiformes*	*Strigidae*	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño		LC	X	
Mammalia	*Artiodactyla*	*Tayassuidae*	*Pecari tajacu*	Pecarí de Collar		LC	X	X
Mammalia	*Carnivora*	*Mustelidae*	*Eira barbara*	Viejo de Monte	P	LC	X	X

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM	IUCN	AF	AD
Mammalia	*Carnivora*	*Mustelidae*	*Mustela frenata*	Comadreja Cola Larga		LC	X	X
Mammalia	*Carnivora*	*Procyonidae*	*Nasua narica*	Coatí		LC	X	X
Mammalia	*Carnivora*	*Procyonidae*	*Procyon lotor*	Mapache		LC	X	X
Mammalia	*Didelphimorphia*	*Didelphidae*	*Didelphis virginiana*	Tlacuache		LC	X	X
Mammalia	*Primates*	*Atelidae*	*Alouatta pigra*	Mono Aullador Negro	P	EN	X	X
Mammalia	*Rodentia*	*Cricetidae*	*Peromyscus leucopus*	Ratón de Patas Blancas		LC	X	X
Mammalia	*Rodentia*	*Muridae*	*Rattus rattus*	Rata Negra		LC	X	X
Mammalia	*Rodentia*	*Sciuridae*	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla Yucateca		LC	X	X
Reptilia	*Squamata*	*Colubridae*	*Drymobius margaritiferus*	Culebra Corredora		LC	X	X
Reptilia	*Squamata*	*Iguanidae*	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra de Cola Espinosa	A	LC	X	X
Reptilia	*Squamata*	*Iguanidae*	*Iguana iguana*	Iguana iguana	Pr	LC	X	X
Reptilia	*Squamata*	*Phrynosomatidae*	*Sceloporus chrysostictus*	Lagart ja Espinosa de Puntos Amarillos		LC	X	X
Reptilia	*Squamata*	*Phrynosomatidae*	*Sceloporus teapensis*	Lagartija Espinosa		LC	X	X
Reptilia	*Squamata*	*Teiidae*	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico Yucateco		LC	X	X
Reptilia	*Squamata*	*Teiidae*	*Holcosus undulatus*	Lagart ja Arcoiris		LC	X	X

C. Historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto.

En cuanto al historial epidémico en la zona de estudio, en este siglo se han presentado dos epidemias; la Influenza AH1N1 con brote en Veracruz en 2009, y el reciente Covid-19; además de zika, chikungunya y dengue.

Antes del Covid-19, se tienen registros de enfermedades de importancia, tales como la viruela, el cólera y la fiebre amarilla.

Según estudios de la Universidad Autónoma de Yucatán[5], una de las primeras en el Nuevo Mundo fue la viruela, que en 1518 llegó a la isla La Española (actual Republica Dominicana y Haití), acabando casi en su totalidad con la población indígena; sobrevivieron, según números del Fraile Bartolomé de las Casas, un millar de nativos.

Por otro lado, indicó que la fiebre amarilla ya era conocida por la población maya desde antes de la Conquista, pero en su forma conocida como "selvática". La que atacó a los habitantes peninsulares durante el siglo XVII y originó la gran epidemia que mató a más del 50 por ciento de los habitantes, fue la transmitida por el mencionado mosquito *Aedes aegypti*, que ingresó por las costas campechanas.

El virus de la fiebre amarilla ha causado epidemias importantes en el continente americano, África y Europa. Fray Diego de Landa, en su obra Relación de las Cosas de Yucatán, escrita en 1560, refiere que la primera epidemia en la región ocurrió aproximadamente en 1483-84, descrita como la “peste”; asimismo, hubo epidemias de fiebre amarilla en 1569; 1571-1572; 1648-1650 y en 1699.

El impacto de estas epidemias, aunado otras patologías importadas por los europeos como viruela, sarampión y “tabardillo” (tifus exantemático), así como la hambruna por plagas y sequías, fue tal que para 1572 se estimaba que un tercio de la población indígena había sucumbido.

Otra epidemia mortal que se presentó en la zona fue el cólera morbus, considerada enfermedad endémica en India hasta 1817, cuando empezó a propagarse en diversas naciones de Asia, África y Europa, hasta llegar al continente americano. En 1833 se registró el mayor brote de cólera en la región como consecuencia de la entrada de buques trasatlánticos de Europa[6].

La pandemia de COVID-19 que inicio en China a finales de 2019, en México se suscitó el 27 de febrero de 2020 y el primer fallecimiento por esta enfermedad en el país ocurrió el 18 de marzo de 2020. La Secretaría de Salud menciona que, para septiembre de 2021, el estado de Tabasco tiene una tasa de incidencia de 176.59, con una mortalidad acumulada de 132,767, mientras que Campeche, presenta una tasa de 55.25, con una total de fallecidos acumulados de 22,580 y Yucatán presenta una tasa de incidencia de 99.24, con un total

[5]https://www.uady.mx/noticia/historia-de-las-epidemias-en-yucatan-uady
[6]http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-44202016000200044

de fallecidos acumulados de 69,196. Chiapas presenta para la misma fecha una tasa de incidencia de 11.77, con un total de fallecidos acumulados de 22,032.

Figura 68. Tasas de incidencia de casos COVID-19 acumulados en México por entidad federativa[7]

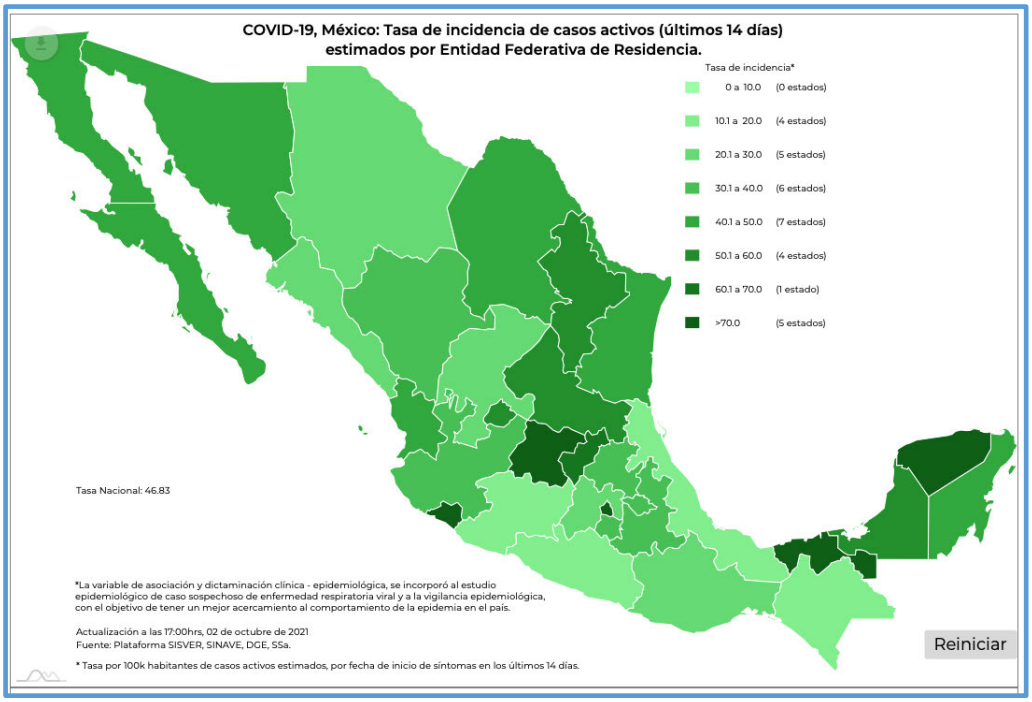
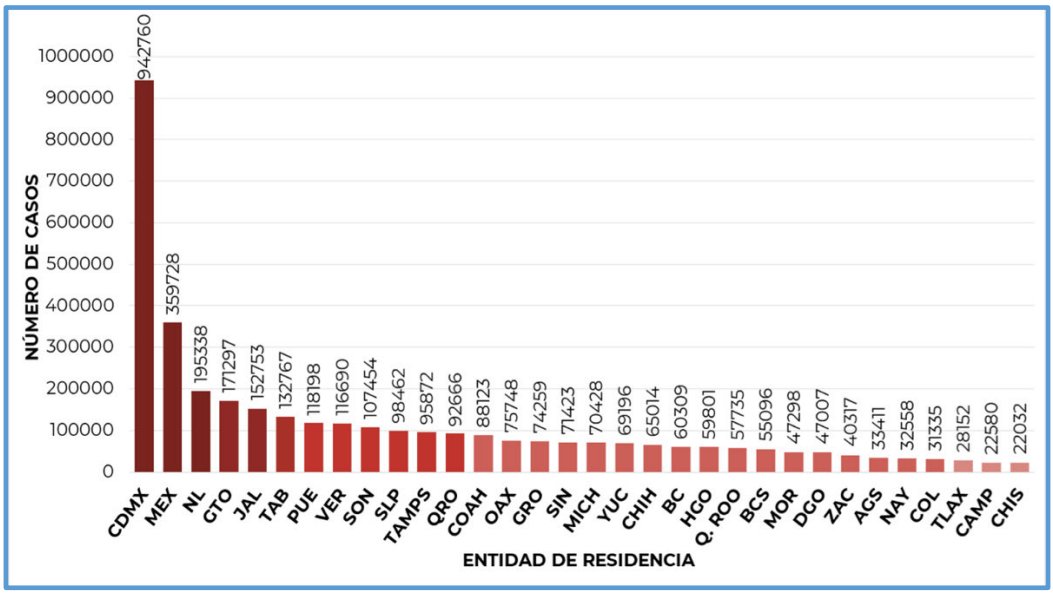


Figura 69. Defunciones acumuladas en las entidades federativas[8]



[7] https://covid19.sinave.gob.mx

[8] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/670241/Comunicado_Tecnico_Diario_COVID-19_2021.09.27.pdf

El semáforo de riesgo epidemiológico consultado el día 3 de octubre de 2021, indica que del primero al 4 al 17 de octubre del 2021 se espera que para el estado de Tabasco, Campeche y Yucatán se tenga un riesgo medio (Disminución ligera en el espacio público, la operación de actividades económicas y sociales serán con un aforo del 75%, el uso del cubrebocas es obligatorio en todos los espacios públicos cerrados. Recomendado en espacios abiertos sin posibilidad de mantener sana distancia y obligatorio en el transporte público), mientras que para el estado de Chiapas se tenga un riesgo bajo (Sin restricción de movilidad, se permiten todas las actividades, incluidas las escolares) de contagio de COVID-19 (**Figura 70**).

Las medidas de seguridad durante el desarrollo del proyecto en relación con la contingencia por COVID 19 se determinan en base a las medidas y recomendaciones establecidas por la Secretaría de Salud[9].

Figura 70. Semáforo de riesgo epidémico[10]



D. Zonas vulnerables.

Para el desarrollo de esta sección se realizó un análisis con el Sistema de Información Geográfica ArcGis Pro 2.6, utilizando información del Sistema para la Consulta de Información Censal 2010 (SCINCE) ver 05/2012[11],

[9] https://coronavirus.gob.mx/
[10] https://coronavirus.gob.mx/semaforo/
[11] http://gaia.inegi.org.mx/scince2

el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) versión 2019 (SCINCE) y en la información obtenida en los recorridos en el sitio del proyecto. Se señalan los tipos de zonas vulnerables de población que aplican por el tipo y ubicación del proyecto como lo son: Colonias y unidades habitacionales de alta densidad, comercio (centros comerciales), templos, escuelas, oficinas de Gobierno y hospitales, parques, en concordancia con la Guía tomando en cuenta las proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población en el entorno de una franja de 800 m a ambos lados de la infraestructura del proyecto y considerando la concentración masiva de población. La población estimada residente que se encuentra dentro del buffer de 800 m a cada lado de la infraestructura del proyecto (no se incluye aquella que puede estar en dentro del buffer de paso, o que acuda a un centro de trabajo que se encuentre en el mencionado buffer) es de al menos 98,921 habitantes según la información del Censo del año 2010 (SCINCE ver 05/2012).

Con base a la encuesta Intercensal 2010 de INEGI[12], se reporta una densidad poblacional para el estado de Campeche 14.3 habitantes por km^2, para el estado de Chiapas 65.4 habitantes por km^2, para el estado de Tabasco 90.5 habitantes por km^2, y para el estado de Yucatán de 49.5 habitantes por km^2, y para el área buffer (1,267.22 km^2), se calculó una densidad de 78.06 habitantes por km^2.

Tabla 34. Densidad poblacional en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del proyecto.

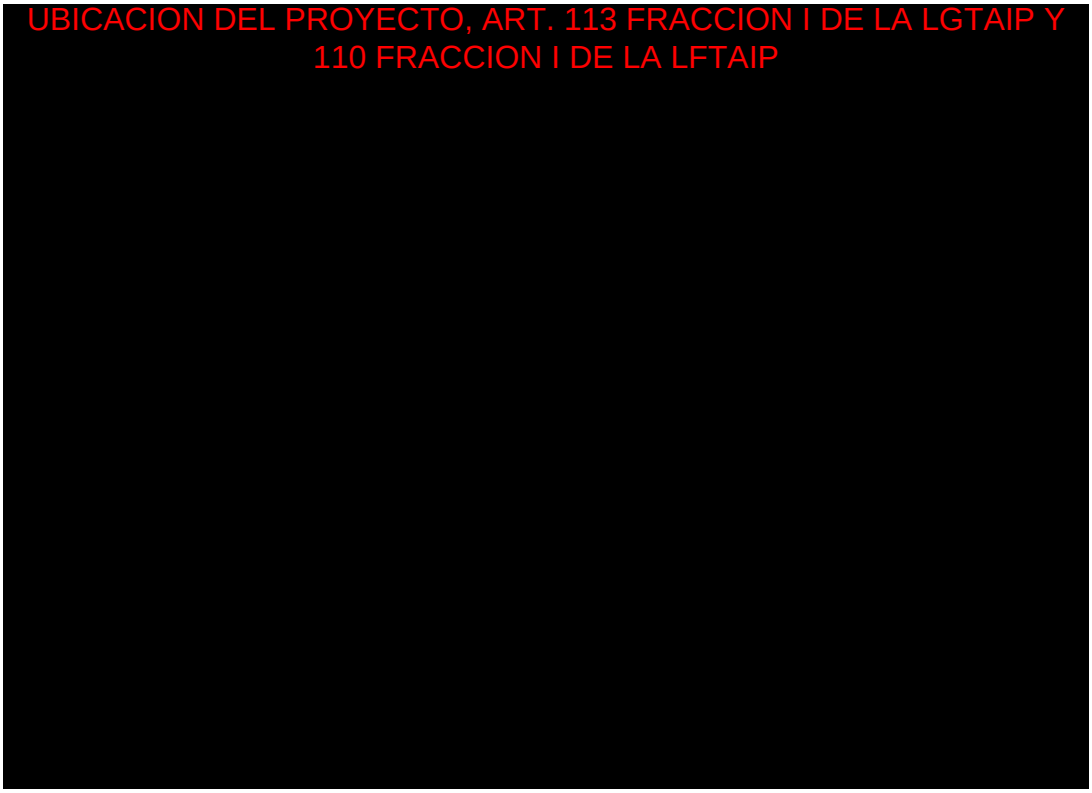
Sitio	Total de habitantes	Densidad poblacional (km^2)
Estado de Campeche	822,441	14.3
Estado de Chiapas	4,796,580	65.4
Estado de Tabasco	2,238,603	90.5
Estado de Yucatán	1,955,577	49.5
Buffer 800 m a ambos lados de la franja de seguridad del gasoducto	98,921*	78.06

Fuente: INEGI. Panorama sociodemográfico de Campeche, Chiapas, Tabasco y Yucatán 2010. México. 2011. * La población se encuentra en el municipio de Umán, ya que no hay población dentro del área del proyecto que pertenezca al municipio de Mérida

Localidades

En el **Anexo III.2 Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población (localidades) en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del gasoducto** pueden observarse las localidades que se encuentran dentro del búfer de 800 m a cada lado de la franja de seguridad del gasoducto.

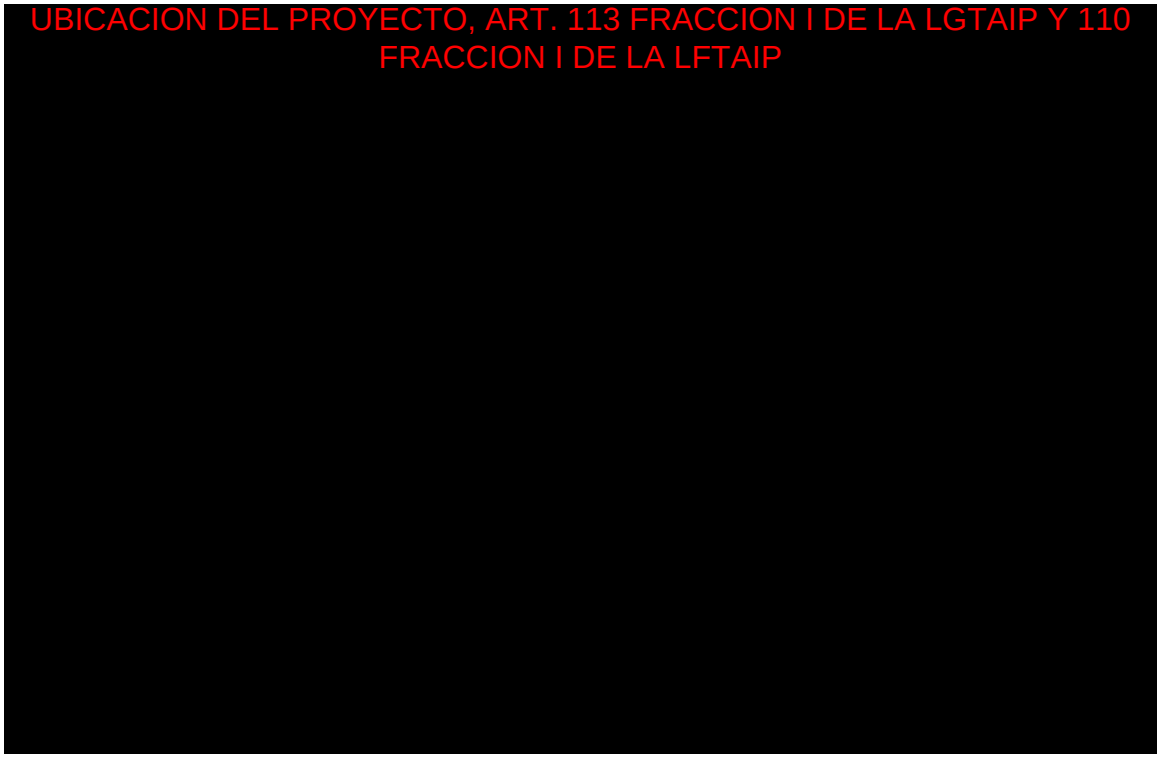
[12] http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/densidad.aspx?tema=P

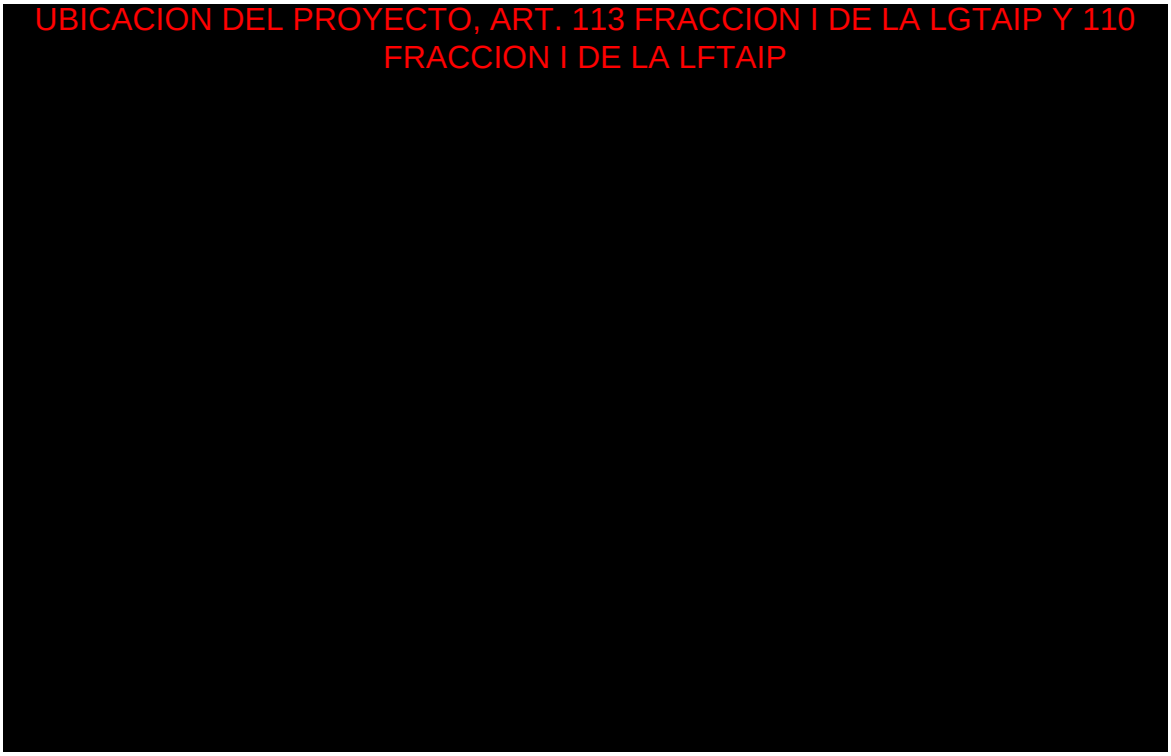


UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

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

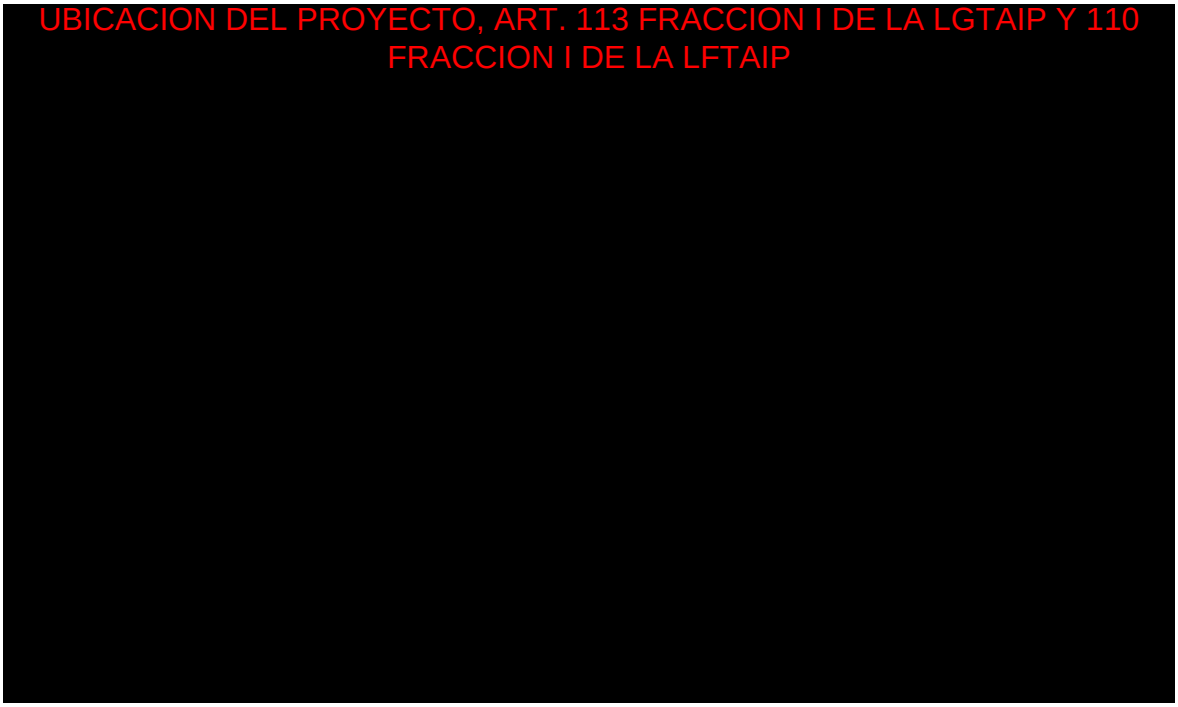
UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

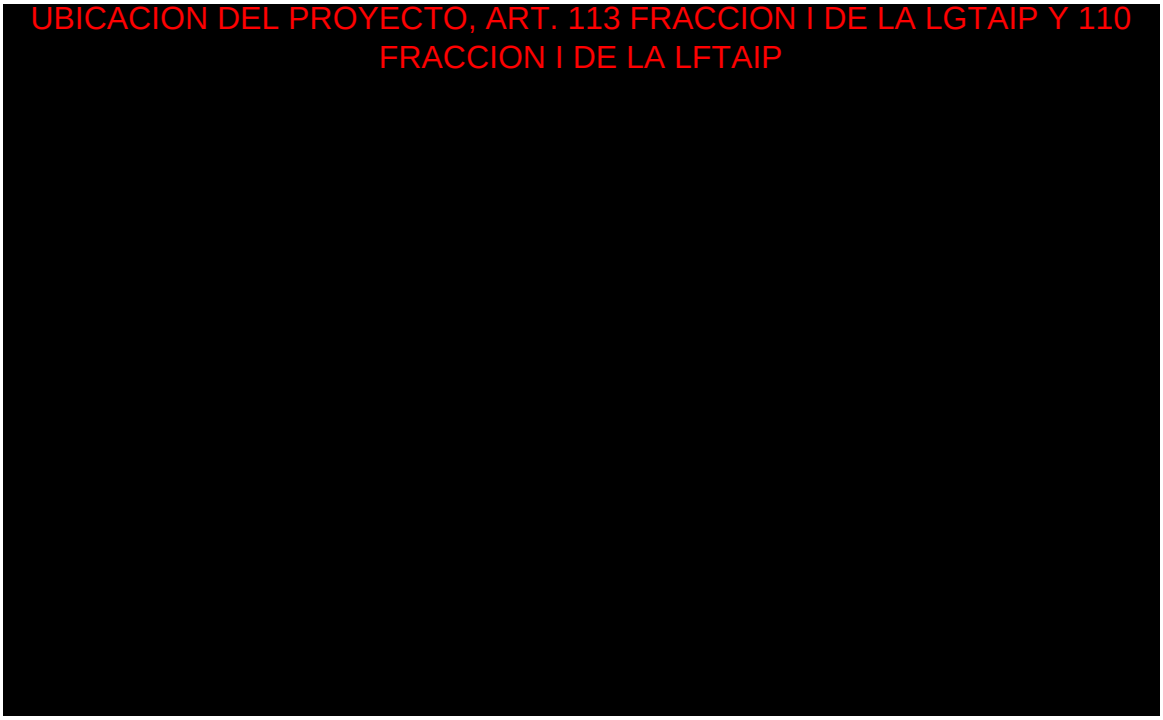

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


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

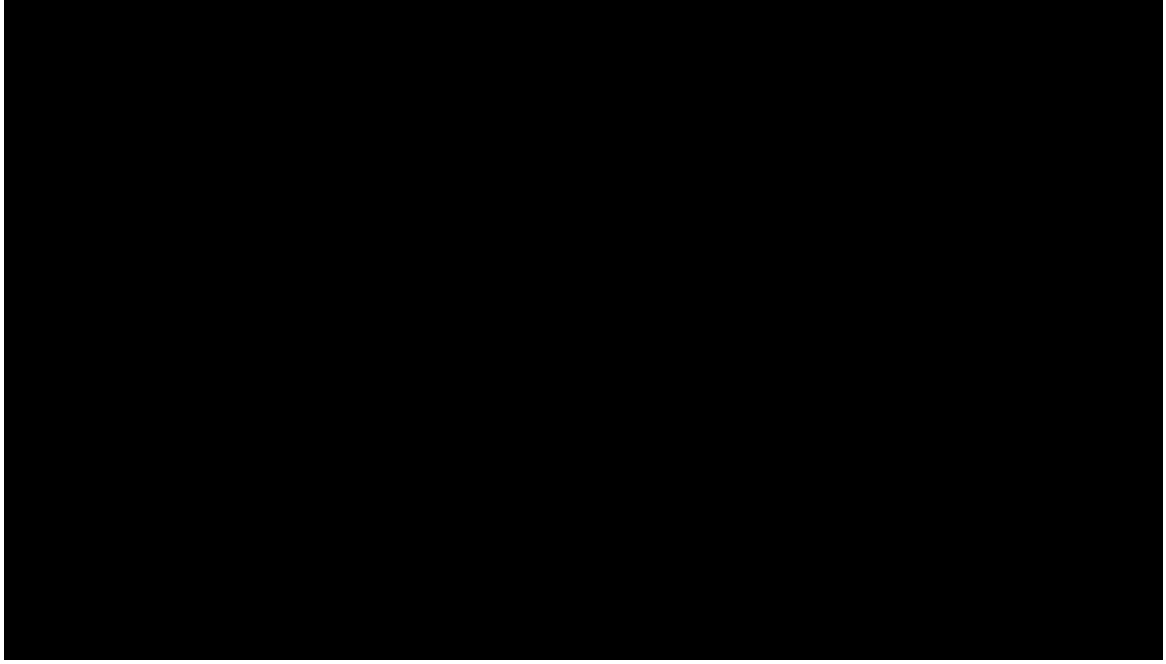
Zonas vulnerables

En **Anexo III.3 Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables, incluye comercios, escuelas, templos, hospitales, entre otros**, se presenta la información de las zonas vulnerables, que se encuentran dentro de la franja de 800 m a ambos lados del gasoducto.

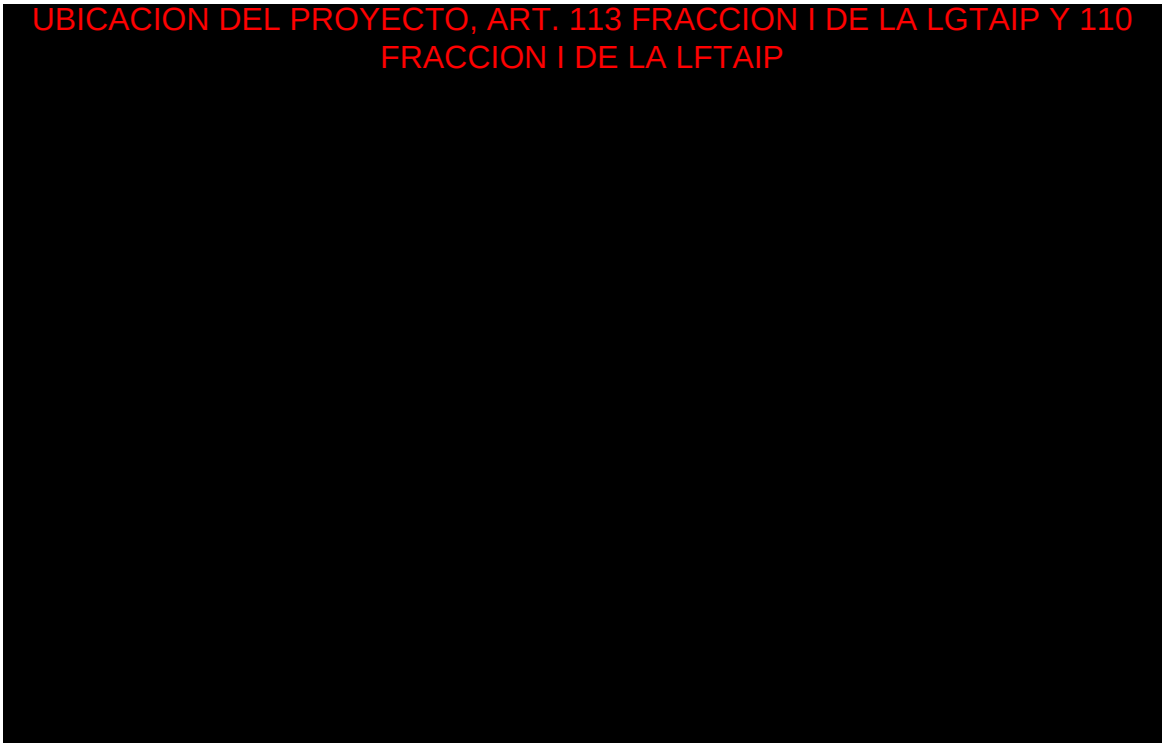


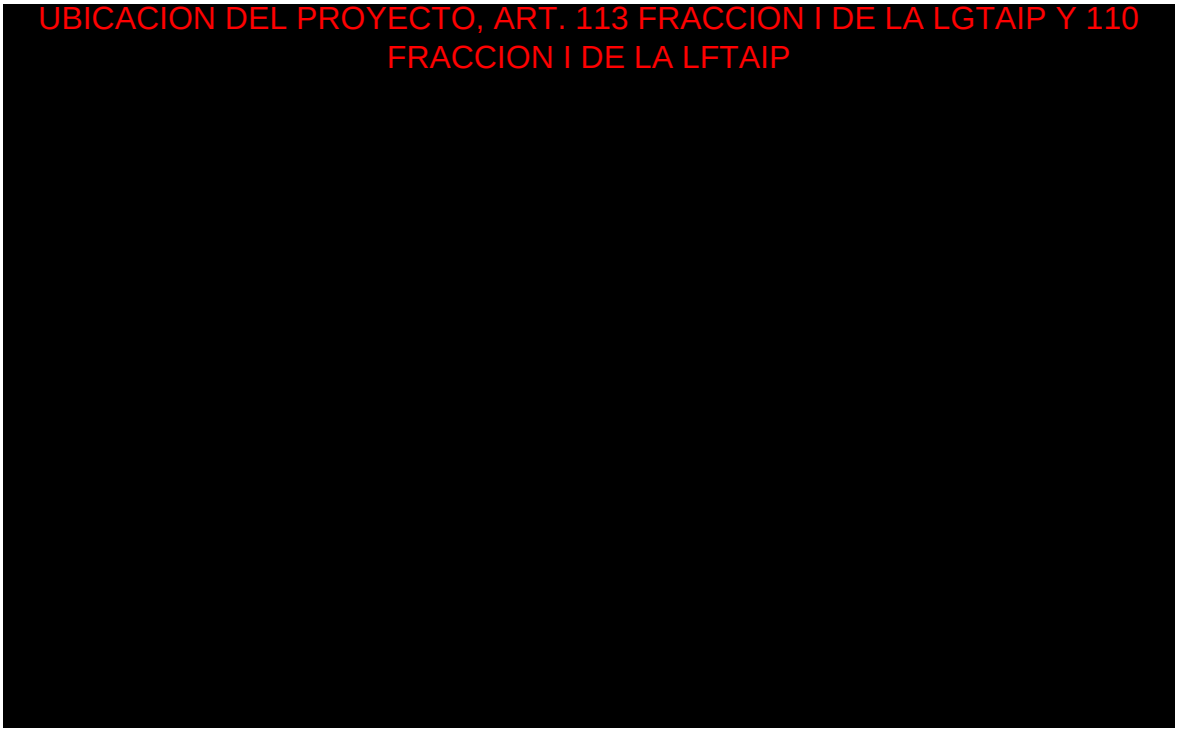


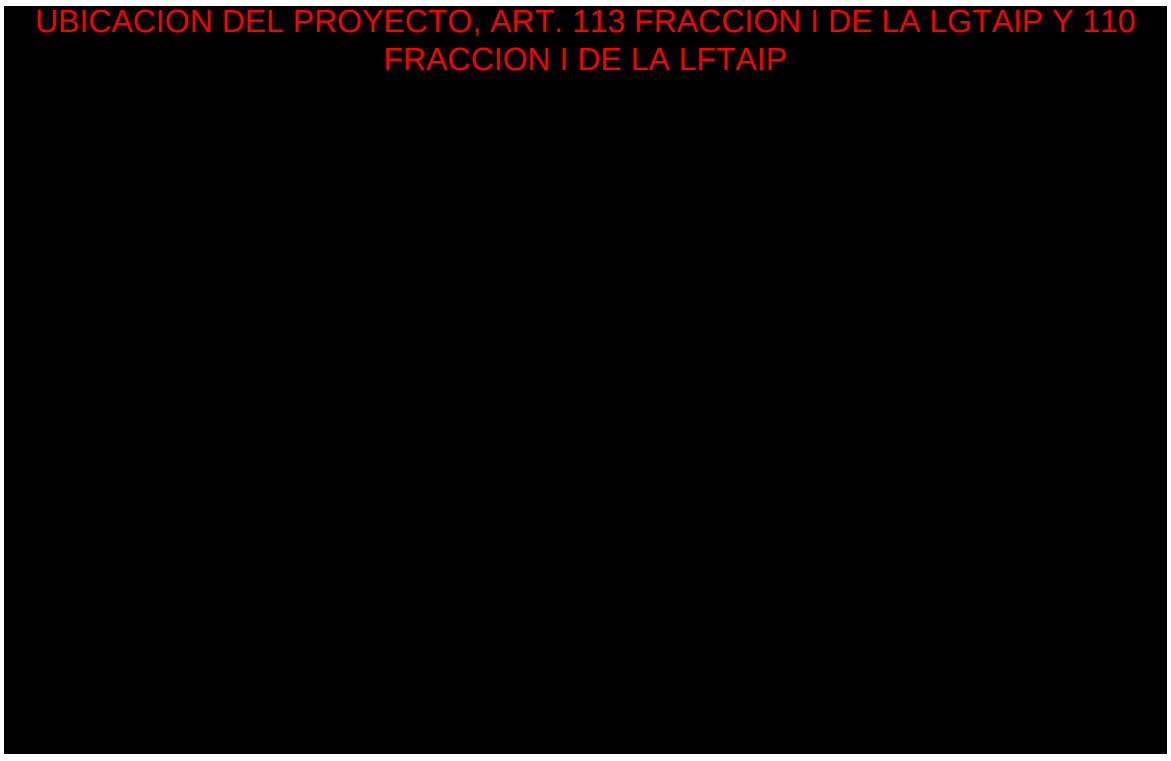
UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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


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

Sitios Arqueológicos, Parques, Patrimonio Cultural e Instalaciones Deportivas.

Se presenta a continuación la información de los sitios arqueológicos, de patrimonio cultural e instalaciones deportivas que se encuentran dentro de la franja de 800 m a ambos lados del gasoducto.

[redacted]
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

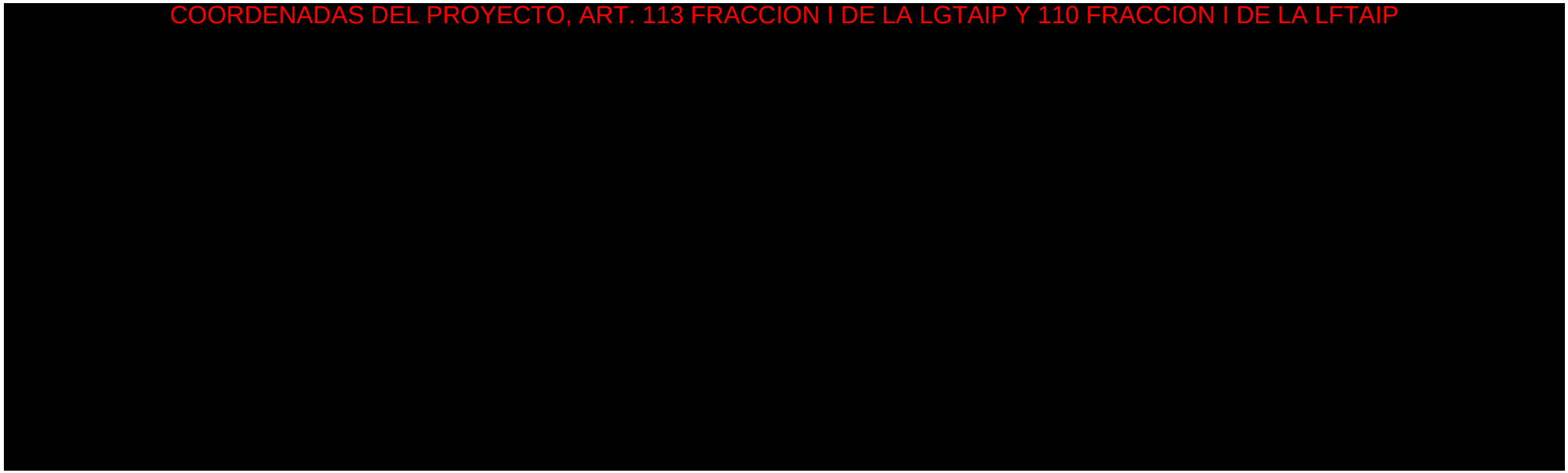
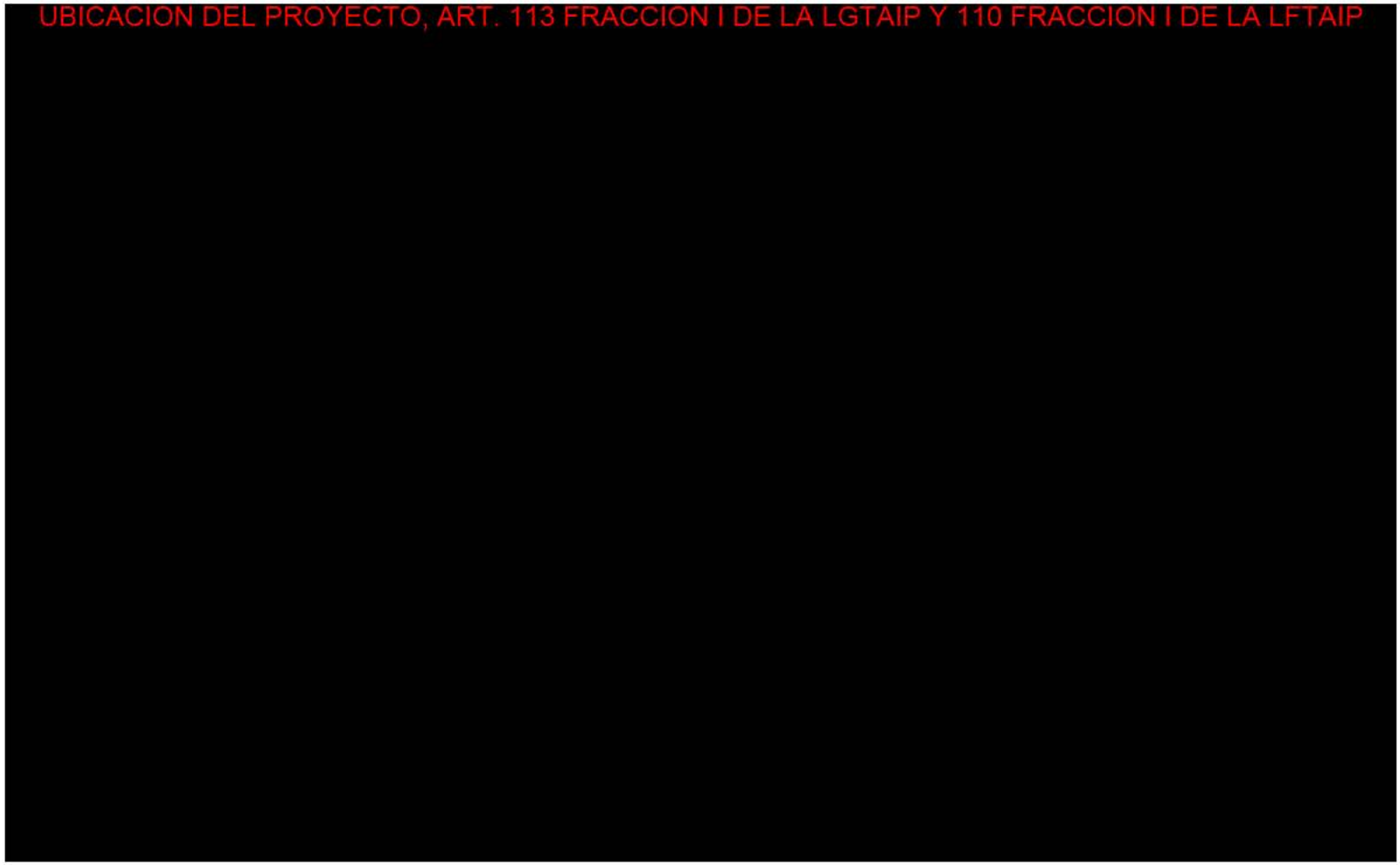


Figura 83. Mapa de sitios arqueológicos en la zona del proyecto.



COMPONENTES AMBIENTALES.

Cuerpos y corrientes de agua, zonas inundables.

Dentro de la trayectoria, el gasoducto intersecta con un total de 11 cuerpos de agua, 257 corrientes de agua intermitentes (arroyos), 37 corrientes perennes, un estaque para uso acuícola y 42 zonas inundables: entre las corrientes más importantes se encuentran: Teapa, La Sierra, Arroyo Noche Buena, Chumpan, Candelaria, Pimiental, San Simón, Champotón, Usumacinta.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Áreas naturales protegidas de carácter federal, estatal o municipal.

En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, título segundo, capítulo I, sección I, artículo 46, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) establece nueve categorías de áreas protegidas, con fundamento en el artículo 48 de la Ley. Las categorías son las siguientes:

I. Reservas de la Biosfera

II. Reservas especiales de la Biosfera

III. Parques Nacionales

IV. Monumentos Naturales

V. Parques Marinos Nacionales

VI. Áreas de Protección de Recursos naturales

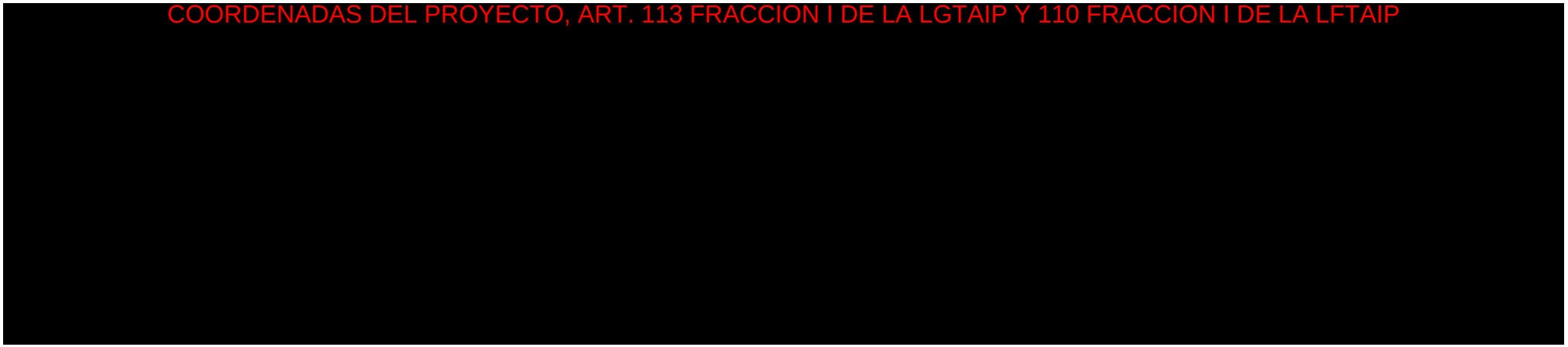
VII. Áreas de Protección de Flora y Fauna silvestre y acuática

VIII. Parques Urbanos

IX. Zonas sujetas a Conservación Ecológica

De acuerdo con la consulta efectuada al SINAP, Dirección General de Aprovechamiento Ecológico de los Recursos Naturales del Instituto Nacional de Ecología, y el análisis con el Sistema de Información Geográfica ArcGis Pro 2.6, utilizando información de la CONANP, se establece que gasoducto y el área de influencia intersecta a dos áreas naturales protegidas, una de carácter Federal llamada Los Petenes en el estado de Campeche y otra de carácter Estatal llamada Sistema Lagunar Catazajá, en el estado de Chiapas. A continuación, se presentan las fichas resumen de las áreas naturales protegidas.

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



De acuerdo con la consulta efectuada al SINAP, Dirección General de Aprovechamiento Ecológico de los Recursos Naturales del Instituto Nacional de Ecología, y el análisis con el Sistema de Información Geográfica ArcGis Pro 2.6, utilizando información de la CONANP, se establece que gasoducto y el área de influencia intersecta a dos áreas naturales protegidas, una de carácter Federal llamada Los Petenes en el estado de Campeche y otra de carácter Estatal llamada Sistema Lagunar Catazajá, en el estado de Chiapas. A continuación, se presentan las fichas resumen de las áreas naturales protegidas.

Tabla 37. Ficha informativa del Área Natural Protegida Federal Los Petenes[13][14].

Categoría de Manejo:	Reserva de la Biosfera
Ubicación:	Estado: Campeche Municipios: Campeche, Calkiní, Hecelchakán, Tenabo
Región CONANP:	Península de Yucatán y Caribe Mexicano
Institución que Administra:	CONANP
Superficie Total:	282,857.62 ha
Superficie Terrestre y/o Aguas Continentales: *Abarca: Lagunas costeras, esteros, lagos de agua dulce, ríos y otros cuerpos de agua	100,866.52 ha
Superficie Marina:	181,991.10 ha
Población Total Estimada:	0 hab.
Fecha de Decreto:	24/05/1999
Programa de Manejo:	Sí
Consejo Asesor:	Sí
Especies representativas:	
Flora:	Caoba (*Swietenia mahagoni*), Chicozapote (*Manilkara zapota*), Higo grande (*Ficus maxima*), Palma de guano (*Sabal yapa*), Anona (*Annona glabra*), Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle negro (*Avicennia germinans*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), Palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*),Tule (*Typha dominguensis*), Chechén (*Metopium brownei*), Xkaax (*Randia longiloba*), Pastos marinos (*Thalassia testudinum* y *Ruppia maritima*), Boxcetzim (*Acacia gaumeri*), Ch'lilib Tuux (*Asemnantha pubescens*), Bakalché (*Bourreria pulchra*), Siricote (*Cordia dodecandra*), Kabal Muk (*Crossopetalum gaumeri*), Iik Che' (*Croton icche*), Xikin Ch' Omak (*Croton peraeruginosus*), Piñón, Pomolché (*Jatropha gaumeri*), Orquídea de Hojas de Cebolla (*Trichocentrum andrewsiae*), Sak Its'A (*Neomillspaughia emarginata*), Subin Che', Granadillo (*Platymiscium yucatanum*), Sak Ts'Its'Ilche', Limonché (*Samyda yucatanensis*), Pitayo viejo nekisin (*Pilosocereus gaumeri*).
Fauna	Mamíferos: Jaguar (*Panthera onca*), Tepezcuintle o "niños de las piedras" (*Agouti paca*), Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Temazate (*Mazama americana*), Ratón Espinoso Yucateco (*Heteromys gaumeri*), Ratón Yucateco (*Peromyscus yucatanicus*), Ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*), Cacomixtle Tropical (*Bassariscus sumichrasti*). Aves: Matraca Yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*), Chara Yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), Calandria Dorso Naranja (*Icterus auratus*), Carpintero Yucateco (*Melanerpes pygmaeus*), Maullador Negro (*Melanoptila glabrirostris*), Papamoscas Yucateco (*Myiarchus yucatanensis*), Tapacamino yucateco

[13] https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=91&reg=9

[14] https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1354RIS.pdf

Categoría de Manejo:	Reserva de la Biosfera
	(*Nyctiphrynus yucatanicus*), Saltapared vientre blanco (*Uropsila leucogastra*), Ibis blanco (*Eudocimus albus*), Cercetas de alas azules (*Anas discors*), golondrinas (*Tachycineta bicolor, T. albilinea, Progne chalybea, Hirundo rustica*), garzón blanco (Casmerodius a bus), cormoranes orejudos (*Phalacrocórax olivaceus*), Flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*), Cigüeña Jabirú (*Jabirú mycteria*). Reptiles: Pigmeo lechón caracol (*Sibon sanniola*), Culebra Rayada Yucateca (*Coniophanes schmidti*), Lagartija espinosa yucateca (*Sceloporus lundelli*). Anfibios: Rana cabeza de casco (*Triprion petasatus*). Peces: Topote aleta grande (*Poecilia velífera*), Boquinete (*Lachnolaimus maximus*), Sierra (*Scoberomorus macualtus*), Róbalo (*Centropomus undecimalis*). Invertebrados: Cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*).
Tipos de vegetación existentes:	Pastizal, selva caducifolia, selva espinosa, vegetación hidrófila, manglar.

Tabla 38. Ficha informativa del Área Natural Protegida Estatal Sistema Lagunar Catazajá [15, 16].

Categoría de Manejo:	Zona Sujeta a Conservación Ecológica
Ubicación:	Estado: Campeche Municipios: Campeche, Ca kiní, Hecelchakán, Tenabo
Institución que Administra:	Gobierno del Estado de Chiapas
Superficie Total:	41,058.77 ha
Importancia:	El sistema lagunar Catazajá es un ecosistema complejo de humedales tropicales reconocido por su alto nivel de endemismo y su fauna altamente especializada, la cual provee de hábitat, alimento, refugio y áreas de crianza y reproducción a un elevado número de especies, entre las que se cuentan algunas en peligro de extinción, como el manatí.
Superficie Terrestre y/o Aguas Continentales: *Abarca: Lagunas costeras, esteros, lagos de agua dulce, ríos y otros cuerpos de agua	100,866.52 ha
Superficie Marina:	181,991.10 ha
Población Total Estimada:	0 hab.
Fecha de Decreto:	03/11/2006

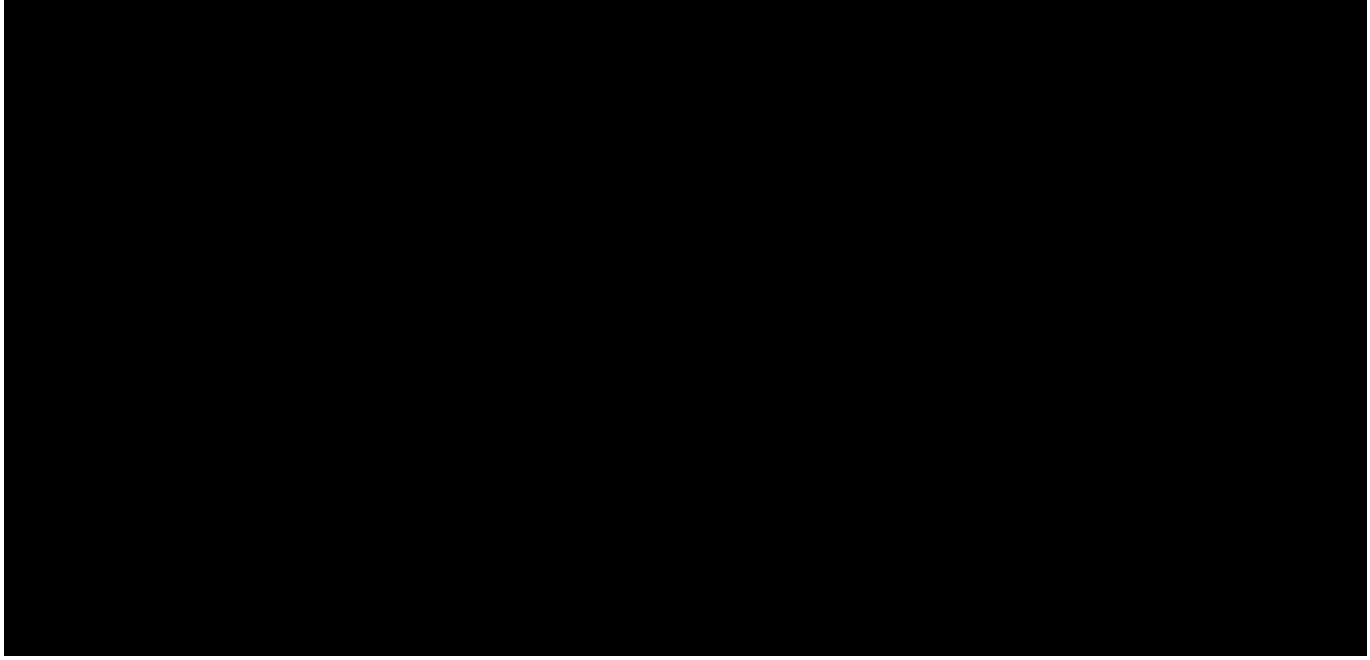
[15] https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwirscv23qbvAhUWXc0KHc-GBQ8QFjAFegQIBRAD&url=http%3A%2F%2Fwww.cofemersimir.gob.mx%2Fexpediente%2F21522%2Fmir%2F44800%2Fanexo%2F4240187&usg=AOvVaw2uL4S6wyuot xmfHTntAHQg

[16] https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1765RIS.pdf?language=es

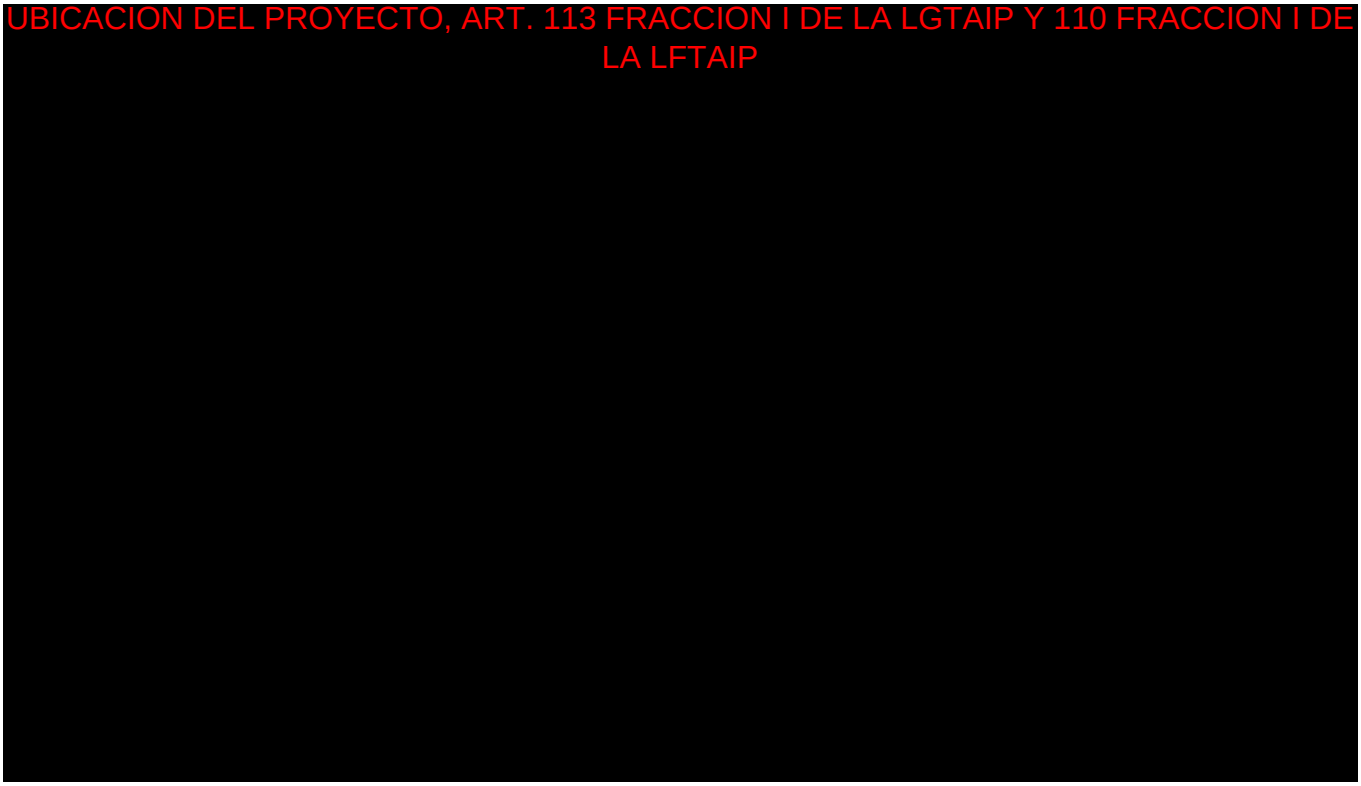
Categoría de Manejo:	Zona Sujeta a Conservación Ecológica
Programa de Manejo:	Sí
Consejo Asesor:	Sí
Especies representantivas	
Flora	Cajpoquí (*Bumelia persímilis*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpun*), Hormiguillo (*Platymiscium dimorphandrum*), Capul o llora sangre (*Pteroparpus Hayensi*), Patate (*Ginoria nudiflora*), Guayabillo (*Psidium sartoriano*), Jabilla (*Hura polyandra*), Corazón bonito (*Poeppigya procera*), Palo de tinte (Haematoxylum campechianum),Tule (*Typha dominguensis*), *Tabernaemontana alba, Thevetia ahouai., Dendropanax arboreus, Mikania micrantha., Cecropia peltata, Terminalia amazonia, Momordica charantia, Croton schiedeanus, Licaria peckii, Acacia glomerosa, Calliandra houstoniana, Chamaecrista diphylla, Diphysa floribunda, Inga pinetorum Pittier, Inga vera, Lonchocarpus guatemalensis, L. rugosus, Mimosa somnians, Phaseolus vulgaris var vulgaris, Zygia peckii, Hampea rovirosae, Hampea stipitata, Miconia argentea, Brosimum alicastrum, Coccoloba barbadensis., Hirtella racemosa, Alibertia edulis, Amaioua corymbosa, Blepharidium mexicanum, Chomelia protracta, Psychotria chiapensis, Psychotria costivenia var. altorum, Psychotria erythrocarpa, Psychotria pubescens, Citharexylum caudatum.*
Fauna	Mamíferos: Manatí (*Trichechus manatus*), Nutria (*Lontra longicaudis*), Saraguato o mono aullador (*Alouatta pigra*), Coatí (*Nasua narica*), Tepezcuintle (*Agouti paca*), Oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), Tayra (*Eira barbara*). Aves: Halcón aplomado (*Falco femoralis*), ato real (*Cairina moschata*), Garza agami (*Agamia agami*), Garza morena (*Ardea herodias*), Avetoro neotropical (*Botaurus pinnatus*), Cerceta ala azul (*Anas discors*), Águila canela (*Busarellus nigricollis*), Aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*), Aguililla negra mayor (*Buteogallus urubitinga*), Gavilán caracolero (*Rostramus sociabilis*). Se reportan 134 especies de aves, pertenecientes a 15 órdenes y 39 familias. Reptiles: Tortuga blanca (*Dermatemys mawei*), Chiquiguao (*Chelydra serpentina*), Guao (*Staurotypus triporcatus*), Cocodrilo de pantano (*Crocodilus moreletii*), Boa (*Boa constrictor*), Iguana de r bera (*Iguana iguana*). Peces: Pejelagarto (*Lepisosteus tropicus*), la Mojarra colorada (*Cichlasoma heterospilum*), Robalo (*Centopomus undecimali*), Sábalo (*Megalops atlanticus*), Tilapia (*Sarothrodon niloticus*), Guavina (*Gobiomorus dormitor*), Bagres (*Ictalurus meridionalis, Cathorops aguadulce* y *Potamarius nelsoni*), Macabil (*Brycon guatemalensis*), tenguayaca (*Petenia splendida*). Invertebrados: Langostino (*Microbrachium acanthururs*) y *Biomphalaria obstructa.*
Tipos de vegetación existentes:	Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Tropical, Vegetación Sabanoide, Vegetación flotante.

En la siguiente figura se puede observar la ubicación de las diferentes áreas protegidas en la zona de 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



Regiones Hidrológicas Prioritarias.

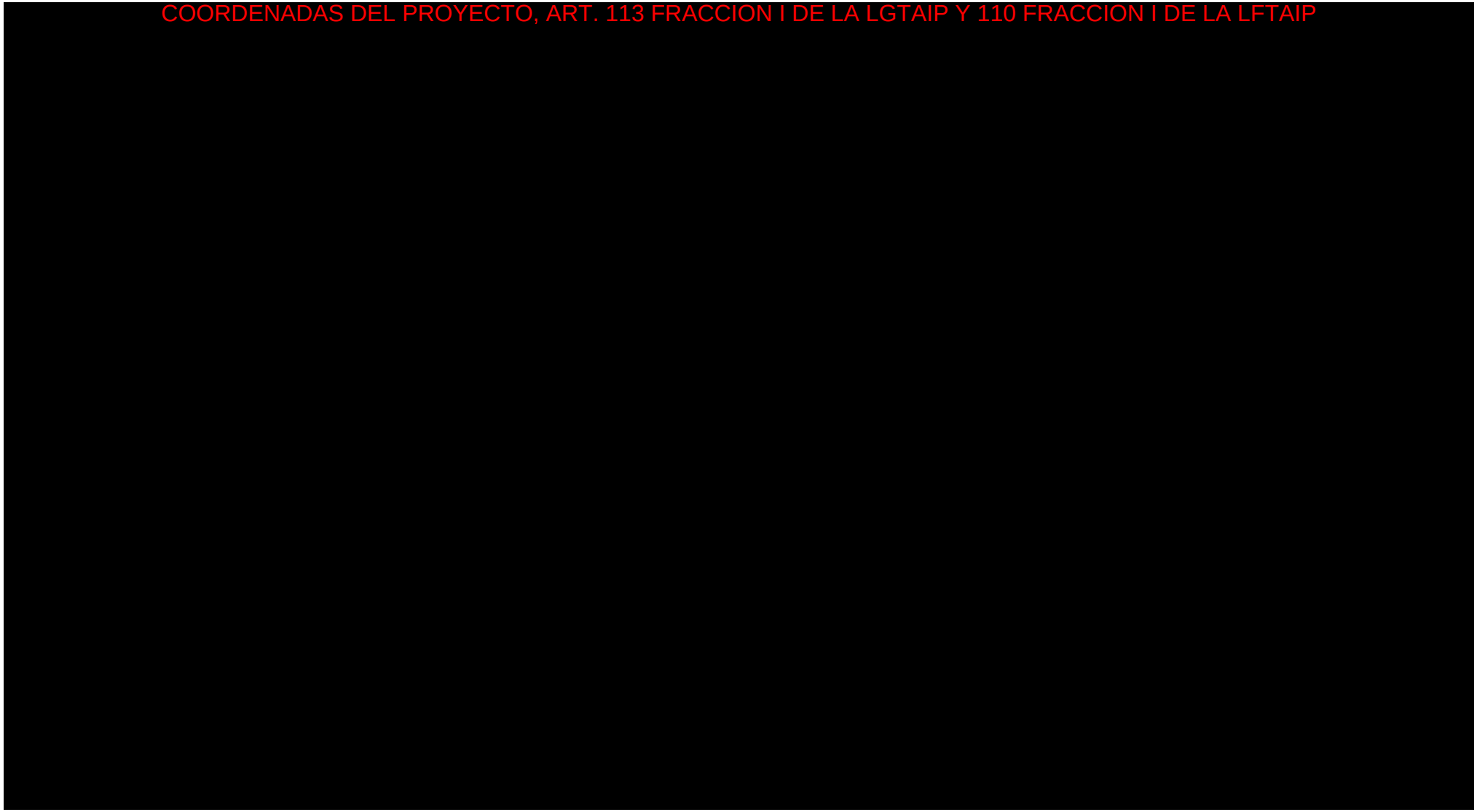
En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga et al.,2002), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México. Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El Gasoducto en su trayectoria atraviesa o cruza un total de 4 Regiones Hidrológicas prioritarias:

- Río Tulijá – Altos de Chiapas (89)
- Laguna de Términos – Pantanos de Centla (90)
- Boca del Río Champotón (98)
- Anillo de cenotes (102)

A continuación, se incluye una breve descripción de cada una de las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

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



Región Hidrológica Prioritaria Río Tulijá – Altos de Chiapas 89.

Estado(s): Chiapas y Tabasco.

Extensión: 4,183.53 km^2.

Recursos hídricos principales

Lénticos: cascada de Agua Azul.

Lóticos: ríos Tulijá, Encanto y Rascón.

Limnología básica: Sin datos.

Geología/Edafología: al sur la sierra Norte de Chiapas. Suelos de tipo Luvisol, Nitosol, Gleysol, Acrisol, Rendzina y Regosol.

Características varias: clima templado húmedo, cálido húmedo, semicálido húmedo con lluvias todo el año y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Temperatura media anual 18-28°C. Precipitación total anual 2000-4500 mm.

Principales poblados: Bachajón, Salto de Agua, Macuspana, Hidalgo, Palenque.

Actividad económica principal: agrícola, ganadera, forestal y turismo.

Indicadores de calidad de agua: Sin datos.

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia, selva mediana subcaducifolia, bosques mesófilos de montaña, de pino-encino-liquidámbar, de pino, de encino, vegetación riparia, popal, sabana, pastizal cultivado, inducido y natural.

Flora característica: cuerillo *Ampelocera hottlei*, guacirán *Balizia leucocalyx*, corcho colorado *Belotia mexicana, Calocarpum mammosum*, patastillo *Christiana africana*, chaxchum *Cupania auriculata*, guapaque *Dialium guineense*, mirasol *Didymopanax morototoni*, copó *Ficus rubiginosa*, amates *Ficus* spp, calaguaste *Guarea chichon*, tempesquite *Laetia thamnia*, *Lonchocarpus* sp., canishté *Lucuma campechiana*, cacaté *Oecopetalum mexicanum*, masamorro *Poulsenia armata*, encinos *Quercus corrugata*, *Q. glaucescens*, roble *Q. oleoides*, cantulán colorado *Q. oocarpa*, tzajalchit *Q. skinneri*, palmas corozales *Scheelea liebmannii* y *S. lundellii*, pazaque *Simarouba glau*ca, achiote *Sloanea castanaecarpa*, chacté *Sweetia panamensis*, caoba *Swietenia macrophylla*, guayacán *Tabebuia guayacan*, *T. palmeri*, palo de brujo *Vochysia hondurensis*, capulín *Xylopia frutescens*.

Fauna característica: de aves la guacamaya roja *Ara macao*, el momoto garganta azul *Aspatha gularis*, *Atthis ellioti*, el tucancillo verde *Aulacorhynchus prasinus*, *Bubo virginianus, Crax rubra, Cyanolyca cucullata, Dactylortyx thoracicus*, el troglodita selvático *Henicorhina leucosticta*, el pajuil *Penelopina nigra*, el quetzal *Pharomachrus mocinno*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, todas amenazadas; de mamíferos

los murciélagos *Carollia subrufa, Dermanura tolteca, Myotis elegans* y *M. fortidens*, el ratón tlacuache *Marmosa mexicana*, el jaguar *Panthera onca*, el tapir *Tapirus bairdii*. Gran diversidad de lepidópteros, anfibios, reptiles y aves.

Endemismo de plantas: *Encyclia sp.* y *Laelia bella*; de crustáceos *Cryphiops villalobosi, Odontothelphusa lacandona, O, palenquensis, O. toninae, Phrygiopilus yoshibensis*; de peces *Astyanax armandoi y Poecilia sulphuraria*, especies raras con poblaciones pequeñas.

Aspectos económicos: actividad agrícola, ganadera, forestal y turística.

Problemática:

- Modificación del entorno: desforestación; fragmentación del hábitat debido al incremento de la población humana.
- Contaminación: Sin datos.
- Uso de recursos: extracción de orquídeas y bromeliáceas; utilización de madera carbón y leña; uso forestal (maderables y no maderables); extracción de agua urbana e industrial. Cambio de uso de suelo para ganadería extensiva.

Conservación: se requiere de la protección a los sitios de endemismo, mayor vigilancia y soluciones a los conflictos sociales. Comprende la Reserva Especial de la Biosfera Cascada de Agua Azul.

Región Hidrológica Prioritaria Laguna de Términos – Pantanos de Centla 90.

Estado(s): Tabasco y Campeche.

Extensión: 12,681.5 km^2.

Recursos hídricos principales

Lénticos: sistema lagunar estuarino de Términos, Pom, Atasta, Panlao, del Corte y San Carlos; lagunas El Viento, San Pedrito, Pajaral Primero, Pajaral Segundo, Sargazal, Tronconada, Cometa, Encantadita, San Isidro, Larga, El Quemado, Los Ídolos, Tacual, Guana, Paquial, Corcovado, La Puerta, Clara, Pastal y Puerto Escondido, humedales, pantanos permanentes y temporales, cuerpos acuáticos someros, estuarios. lóticos: Cuenca baja de los ríos Grijalva y Usumacinta, ríos San Pedro, San Pablo, Palizada, Candelaria, Chumpán, Las Cruces, Las Piñas, Mamantel y tributarios.

Limnología básica: representa uno de los humedales más extensos de Mesoamérica. El delta del Usumacinta-Grijalva es una gran llanura de origen aluvial, sustentada en una cuenca estructural de roca sedimentaria. Los Pantanos de Centla contienen algunos sistemas morfogénicos representativos de las tierras bajas de Tabasco: llanura fluvial, llanura palustre y lagunar de agua dulce, llanura de cordón litoral clasificada en alto inundable y bajo inundable y llanura lagunar costera. Esta zona representa el aporte hídrico más

importante en México, del continente hacia la costa y finalmente a la Sonda de Campeche. Comprende alrededor de 110 cuerpos de agua dulce epicontinentales permanentes y temporales.

Geología/Edafología: planicie con lomeríos y pequeñas depresiones formadas por depósitos de aluvión. Suelos inundables tipo Gleysol y Solonchak además de Vertisoles y Fluvisoles.

Características varias: clima cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 26-28°C. Precipitación total anual 1200-2000 mm. **Principales poblados:** Cd. del Carmen, Puerto Real, La Aguada, Atasta, Frontera, Palizada, Sabancuy **Actividad económica principal:** pesquera, petrolera, ganadera, agrícola y acuícola.

Indicadores de calidad de agua: Sin datos.

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, popal, tular, carrizal, matorral espinoso inundable, matorral inerme inundable, palmar inundable, pastizal natural y cultivado, sabana, palmar inundable, vegetación acuática y subacuática. Tipos de hábitats: dunas, pantanos, esteros, manglares, marismas, espejos de agua dulce y salobre, islas fluviales. Alta riqueza específica de insectos, moluscos, algas, reptiles, fanerógamas, aves y mamíferos.

Flora característica: manglares negro *Avicennia germinans*, blanco *Laguncularia racemosa*, rojo *Rhizophora mangle* y botoncillo *Conocarpus erectus*; palmas altas de tasiste *Acoelorrhaphe wrightii*, helecho *Acrostichum aureum, Albizia guachapele, Andira galeottiana*, el amarillo *Annona glabra*, el jaguacté *Bactris baculifera, B. balanoidea*, el julube *Bravaisia integerrima*, el julubal *B. tubiflora*, el pucté *Bucida buceras, Cabomba palaeformis*, la leche maría *Calophyllum antillanum, Cameraria latifolia, Cephalanthus occidentalis, Ceratophyllum demersum*, el sibal *Cladium jamaicense, C. mariscus*, el musté *Clerodendrum ligustrinum*, el tocoi *Coccoloba barbadensis*, *Crescentia cujete, Curatella americana*, el chintul *Cyperus articulatus*, el molinillo *C. giganteus*, el mucal *Dalbergia brownei, D. glabra, Eleocharis cellulosa, Echinochloa holciformis, E. polystachya, Echinodorus grandiflorus, Eichhornia azurea, E. heterosperma, Eugenia lundellii, Ficus obtusifolia*, el tinto *Haematoxylum campechianum, Hampea trilobata*, el tanay *Heliconia latispatha, Heteranthera limosa, H. reniformis*, la majagua *Hibiscus tiliaceus, Hyperbaena winzerlingii, Inga vera spuria, Leersia hexandra*, la lechuga de pantano *Lemna minor, Limnocharis flava, L. laforestii, Lonchocarpus hondurensis, Luziola spruceana, L. subintegra*, el sibil *Malvaviscus* sp., *Manilkara zapota*, el chechén *Metopium brownei*, el zarzal *Mimosa pigra, Najas marina, Nelumbo lutea, Neptunia oleracea*, flor de ninfa *Nymphaea ampla, Paspalum fluitans*, el carrizal *Phragmites australis, Pistia stratiotes, Pontederia sagittata, Potamogeton foliosus, Roystonea regia, Ruppia maritima*, vegetación riparia de palmares de guano *Sabal mexicana, Salix humboldtiana, Sagittaria intermedia, S. lancifolia, Salvinia auriculata, S. minima, Schelea liebmannii, Tabebuia rosea*, la hojilla *Thalia geniculata, Thrinax radiata*, los tules *Typha domingensis, T. latifolia, Utricularia foliosa, U. gibba, Vallisneria americana, Zosterella dubia*. Entre las especies consideradas como raras se encuentran *Aeschynomene deamii, Aniseia cernua, Bacopa lacertosa, B. salzmannii, Bambusa*

longifolia, Brasenia schreberi, Ceratophyllum muricatum, Drosera capillaris, Enhydra sessilifolia, Gymnocoronis latifolia, Ipomoea asarifolia, Justicia magniflora, J. refulgens, Ludwigia helminthorrhiza, L. repens, L. torulosa, Marsilea crotophora, Nymphaea amazonum, N. jamesoniana, Phyllanthus fluitans, P. stipulatus, Ruellia brittoniana, Sphenoclea zeylanica, Utricularia guyanensis, U. hispida, U. hydrocarpa, U. inflata, U. juncea, U. purpurea, U. radiata, U. resupinata.

Fauna característica de peces: *Anguila rostrata, Belonesox belizanus, Dorosoma anale, Gambusia echeagarayi, G. sexradiata, Ictalurus meridionalis, Lepisosteus tropicus, Poecilia mexicana, P. petenensis, Rivulus tenuis, Xiphophorus helleri, X. maculatus*.

Endemismo: de plantas *Amaranthus greggii, Citharexylum allephirum, Justicia lindeniana; de peces Cichlasoma socolofi, Priapella compressa, Xiphophorus alvarezi*; de anfibios y reptiles *Anolis barkeri, A. cozumelae, A. quercorum, A. ustus, Bolitoglossa yucatana, Eleutherodactylus laticeps, Laemanctus serratus, Rana brownorum, Sceloporus chrysostictus, S. lundelli, S. serrifer, S. teapensis*; de mamíferos *Heteromys gaumeri, Microtus quasiater, Peromyscus yucatanicus, Sciurus aureogaster*.

Especies amenazadas de plantas*: Bletia purpurea, Bravaisia integerrima B. tubiflora, Laelia anceps, Utricularia guyanensis, U. hydrocarpa, U. juncea. U. radiata y U. resupinata*; de reptiles A*gkistrodon bilineatus*, la boa *constrictor*, el cocodrilo *Crocodylus moreleti, Ctenosaura similis*, la tortuga blanca *Dermatemys mawii*, la iguana verde *Iguana, Micruroides euryxanthus*; de aves el loro yucateco *Amazona xantholora, Anas acuta, A. discors, Anhinga anhinga, carao Aramus guarauna, Aratinga nana*, garzón blanco *Ardea herodias occidentalis*, garza tigre del tular *Botaurus pinnatus*, aguililla canela *Busarellus nigricollis, Buteo brachyurus, B. magnirostris, Buteogallus anthracinus*, aguililla negra *B. urubitinga*, pato real *Cairina moschata*, aura sabanera *Cathartes burrovianus, Crax rubra, Elanoides forficatus*, halcón esmerejón *Falco columbarius*, halcón fajado *F. femoralis*, halcón peregrino *F. peregrinus, F. rufigularis, Glaucidium brasilianum*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el bolsero cuculado *I. cucullatus*, cigüeña jabirú *Jabiru mycteria, Leptotila rufaxilla*, cigüeña americana *Mycteria americana, Ortalis vetula, Oxyura dominica, Pandion haliaetus*, pelícano pardo *Pelecanus occidentalis, Penelope purpurascens, Pionus senilis, milano caracolero Rostrhamus sociabilis, Sarcorhamphus papa*, el chipe encapuchado *Wilsonia citrina*; de mamíferos el tepescuintle *Agouti paca*, el mono aullador *Alouatta palliata*, el mono *araña Ateles geoffroyi vellerosus, A. geoffroyi yucatanensis, Caluromys derbianus*, el puercoespín *Coendou mexicanus*, el jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii, Mazama americ*ana, el jaguar *Panthera onca*, el jabalí *Pecari tajacu, Philander opossum*, el manatí *Trichechus manatus*.

Especies indicadoras del grado de conservación del ambiente: los mangles rojo, blanco y negro, camarones, robalo, manatíes, cocodrilos, caimanes, tortugas marinas; el tule *Typha domingensis* indicadora de ausencia de fertilizantes. Zona de refugio, crianza, alimentación y reproducción de tortugas, aves, peces, crustáceos, manatíes e invertebrados.

Aspectos económicos: pesquerías de camarón *Penaeus aztecus, P. duorarum, P. setiferus*; crustáceos como *Macrobrachium acanthurus*; reptiles como la tortuga blanca, el cocodrilo, el pejelagarto y pesca de escama. Zona cinegética de aves y mamíferos con alto potencial para el ecoturismo. Presencia de actividad petrolera, industrial, forestal, de transporte, acuícola, agrícola y ganadera.

Problemática:

- Modificación del entorno: modificación de la vegetación (tala de manglar), relleno de áreas inundables, dragados, canales, efectos de la industria petrolera (exploración y producción), desecación, desforestación por ganadería, construcción de carreteras e hidroeléctrica sobre el Usumacinta. Quemas periódicas de la vegetación en temporadas de sequía. Modificación de la hidrodinámica local, alteración hidrológica por cambios en los volúmenes anuales y estaciones del agua y pérdida de la línea de playa producida por las inundaciones a los asentamientos humanos irregulares existentes en la región, así como a las áreas de agricultura de tierras bajas y actividades pecuarias.
- Contaminación: por influencia de Villahermosa y por actividades de la industria petrolera, aguas residuales, desechos orgánicos y sólidos, agroquímicos y metales. Arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes de campos arroceros.
- Uso de recursos: especies introducidas de carpas, mojarras, tilapias *Oreochromis mossambicus, O. niloticus, Tilapia rendalli* y el lirio acuático *Eichhornia crassipes*. Violación a las tallas mínimas de pejelagarto y otros. Actividad ganadera extensiva en zonas inundables de Tabasco. Colecta de especies en peligro: la orquídea *Habenaria* sp.; el merostomado *Limulus polyphemus*, el pez pejelagarto *Lepisosteus tropicus*, las aves *Charadrius palmatus*, *Falco peregrinus, Jabiru mycteria* y cocodrilos y felinos. Tráfico y cacería ilegal de especies. Zona de gran importancia para las pesquerías de la Sonda de Campeche. Explotación incontrolada de madera para la construcción de asentamientos irregulares y producción y venta de carbón a Cd. Del Carmen. Colecta de plantas para alimento, construcción, como combustible, ornamental y medicinal.

Conservación: preocupa la desforestación, fragmentación del hábitat, la contaminación, el impacto por la industria petrolera, el desarrollo de infraestructura, el impacto ganadero y las modificaciones en la cabecera del Usumacinta. Faltan monitoreos a la calidad del agua, inventarios biológicos y conocimientos sobre la biología de los organismos; mayor cuidado de las zonas que alimentan la Laguna de Términos. Formulación de un programa de Manejo Integrado de la Zona Costera (manejo de recursos, monitoreo y conservación de las zonas de crianza de fauna y flora marina, etc.). Falta vinculación entre la política sectorial de la Subsecretaría de Pesca y la política estatal de desarrollo. La zona tiene todas las características de un Centro de Actividad Biológica; se propone su inclusión como tal para la zona tropical. Comprende a la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. Los Pantanos de

Centla están considerados como humedales prioritarios por el North American Wetlands Conservation Council y por la Convención de Ramsar.

Región Hidrológica Prioritaria Boca del Río Champotón 98.

Superficie: 730.92 ha.

Recursos hídricos principales

Lóticos: ríos y una extensa cuenca criptorréica de aguas subterráneas (Anillo de cenotes)

Limnología básica: No hay datos.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1100-1500 mm.

Principales poblados: Champotón

Actividad económica principal: pesca y agricultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja inundable, palmar inundable, matorral espinoso, sabana y pastizal cultivado.

Vegetación característica: tasiste *Acoelorrhaphe wrightii, Annona glabra, Bactris balanoidea, B. mexicana*, pucté *Bucida buceras, Dalbergia glabra*, palo de tinta *Haematoxylum campechianum*, chechén *Metopium brownei*.

Fauna característica: de crustáceos: como el palemónido *Creaseria morleyi* y el decápodo *Typhlatya pearsei* que habitan en grutas y cenotes.

Endemismo de crustáceos como el anfípodo *Mayaweckelia yucatanensis* y el decápodo *Typhlatya campecheae*.

Aspectos económicos: pesquerías de lisa, sierra y robalo Centropomus undecimalis. Industria azucarera **Problemática:**

- Modificación del entorno: modificación de la vegetación natural.
- Contaminación: por aguas residuales domésticas y descargas del ingenio azucarero.
- Uso de recursos: especies introducidas de tilapia *Oreochromis mossambicus* y pesca ilegal.

Conservación: se necesita un control para los contaminantes, la desforestación y el cuidado de la biota.

Faltan estudios de la calidad del agua listados florísticos y faunísticos.

Región Hidrológica Prioritaria Anillo de cenotes 102.

Superficie: 129,4761.21 ha.

Recursos hídricos principales

Lénticos: cenotes, lagunas costeras, marismas, ciénegas, petenes

Lóticos: ríos y una extensa cuenca criptorréica de aguas subterráneas (Anillo de cenotes) **Limnología básica:** agua dulce sobre agua salada a 40 m de profundidad.

Geología/Edafología: suelos tipo Rendzina, Litosol, Zolonchak y Regosol.

Características varias: clima seco muy cálido, semiseco semicálido y cálido subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 400-1100 mm. Vientos Alisios del SE. Frecuente ocurrencia de huracanes entre junio y diciembre.

Principales poblados: Campeche, Sisal, Umán, Mérida, Tizimín, Motul, Progreso, Ría Lagartos, Dzilam, Celestún

Actividad económica principal: pesca, agricultura, avicultura, ganadería y turismo, extracción de madera y sal, apicultura y cacería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación de dunas costeras, manglar, tular, carrizal, tasistales, vegetación riparia, palmar inundable, matorral espinoso inundable, selva mediana subcaducifolia, petenes, selva baja caducifolia, selva baja inundable, sabana, pastizal halófilo, cultivado y natural. Diversidad de hábitats: dunas costeras, lagunas costeras, áreas palustres, cenotes, petenes.

Flora característica: de manglares negro *Avicennia germinans*, blanco *Laguncularia racemosa* y rojo *Rhizophora mangle*, de pastos marinos *Halodule beaudettei, Syringodium filiforme, Thalassia testudinum,* además de cactus *Acanthocereus tetragonus*, tasiste *Acoelorrhaphe wrightii,* bab-ki *Agave angustifolia*, sisal *A. sisalana*, *Annona glabra, Bactris balanoidea, B. mexicana, Batis maritima, Bathophora oerstedi*, julubal *Bravaisia tubiflora*, pucté *Bucida buceras*, chacá *Bursera simaruba, Byrsonima crassifolia*, *Caulerpa cupressoides, C. paspaloides, C. prolifera, C. racemosa*, *C. sertularioides, Ceiba aesculifolia, Chara fibrosa, Cladium jamaicense, C. mariscus,* uva de mar *Coccoloba uvifera*, *Coccothrinax readii,* palma de coco *Cocos nucifera tasiste*, botoncillo *Conocarpus erectus*, jícaro *Crescentia cujete,* mucal *Dalbergia brownei*, *D. glabra*, zacate salado *Distichlis spicata, Echites yucatanensis, Eleocharis cellulosa, E. mutata, Ficus tecolutlensis*, *Guaiacum sanctum,* palo de tinte *Haematoxylum campechianum*, riñonina *Ipomoea pes-caprae*, *Lantana involucrata, Lemaireocereus griseus,* dzalám *Lysiloma latisiliqua*, *Malvaviscus arboreus,* chicozapote *Manilkara zapota,* chechén *Metopium brownei*, el zarzal *Mimosa pigra, Nopalea gaumeri*, *Nymphaea ampla*, nopal *Opuntia stricta dillenii*, *Phragmites australis,* flor de mayo *Plumeria obtusa*, *Pterocereus gaumeri, Roystonea regia, Salicornia bigelovii, Scirpus lacustris, Sesuvium portulacastrum, Sporolobus virginicus*,

Suaeda linearis, Thevetia ovata, tule *Typha domingensis*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis, Cocconeis placentula, Cyclotella meneghiniana, Cymbella turgida, Diploneis puella, Eunotia maior, E. monodon, Gomphonema angustatum, G. lanceolatum, Nitzchia scalaris, Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*.

Fauna característica: de moluscos *Drymaeus cucullus, D. multilineatus, Polygra cereolus carpentereana*; de rotíferos *Keratella americana, Lecane aculeata*, *L. furcata*, *L. luna, Polyarthra vulgaris*; de ostrácodos *Candonocypris serratomarginata, Chlamydotheca mexicana, Cypridopsis niagrensis, C. rhomboidea, Cyprinotus putei, C. symmetricus, Darwinula stevensoni, Eucypris cisternina, E. serratomarginata, Herpetocypris meridiana, Metacypris americana, Stenocypris fontinalis, Strandesia intrepida* y *S. obtusata*; de copépodos *Arctodiaptomus dorsalis, Diacyclops* sp., *Macrocyclops albidus, Mastigodiaptomus albuquerquensis, M. nesus, Mesocyclops* sp., *Schizopera* sp., *Thermocyclops inversus, Tropocyclops extensus, T. parcinus, Tropocyclops prasinus* aff. *aztequei, Leptodiaptomus novamexicanus* y *Pseudodiaptomus marshi*; de anfípodos *Hyalella azteca* y *Quadrivisio lutzi*; de misidáceos *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; de isópodos *Creaseriella anops*; de decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; de palemónidos *Creaseria morleyi;* de peces *Anguilla rostrata, Archosargus rhomboidalis, Arius melanopus, Astyanax altior, Belonesox belizanus, Cichlasoma friedrichsthali, C. robertsoni, C. salvini, C. synspilum, C. urophthalmus, Cyprinodon artifrons, Floridichthys polyommus, Fundulus grandissimus, Gambusia yucatana, Garmanella pulchra, Heterandria bimaculata, Menidia colei, Orthopristis crysoptera, Petenia splendida, Poecilia mexicana, P. orri, P. petenensis, P. velifera, Rhamdia guatemalensis, Thorichthys meeki*. de reptiles y anfibios la serpiente mocasín cantil *Agkistrodon bilineatus*, *Ameiva undulata, Anolis rodriguezi, Basiliscus vittatus, Boa constrictor, Bothrops asper, Bufo marinus, B. valliceps, Cnemidophorus angusticeps, Coleonyx elegans, Coniophanes imperialis,* los cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreleti*, *Crotalus durissus, Drymobius margaritiferus, Elaphe triaspis, Fecimia pubha, Hyla loquax, H. microcephala, H. staufferi, Hypopachus variolosus, Iguana similis, Kinosternon scorpioides, K. subrubrus, Lepidochelys kempii, Leptophis mexicanus, Micrurus diastema, Oxybelis fulgidus, Phrynohyas venulosa, Pseudemys scripta, Rana berlandieri, Rhinoclemmys areolata, Smilisca baudinii, Stenorrhina freminvillei, Terrapene mexicana yucatana, Tripion petasatus*; de aves *Aramus guarauna, Aythya affinis*, la garza blanca *Casmerodius albus,* de distribución restringida la codorniz cotuí yucateca *Colinus nigrogularis*, las gaviotas *Larus dominicanus* y *L. fuscus*, la garza rosada *Nycticorax violaceus*, el pelícano café *Pelecanus occidentalis*, el cormorán *Phalacrocorax olivaceus, Polioptila albiloris albivenfro*, el vireo yucateco *Vireo magister,* la paloma *Zenaida aurita*; de mamíferos *Agouti paca, Bassariscus sumichrastri, Dasyprocta mexicana, Eira barbara, Mazama americana,* venado cola blanca *Odocoileus virginianus, Pecari tajacu, Potos flavus, Procyon lotor*.

Endemismos: de plantas *Acacia gaumeri, Cephalocereus gaumeri, Coccothrinax readii, Enriquebeltrania crenatifolia, Exostema caribaeum, Eragrostis yucatana, Mammillaria gaumeri, Matelea yucatanensis, Spermacoce confusa, Pseudophoenix sargentii*; de anfípodos *Mayaweckelia cenoticola*; de peces *Cichlasoma*

urophthalmus mayorum, C. urophthalmus zebra, Ogilbia pearsei, Ophisternon infernale, Poecilia velifera, Rhamdia guatemalensis, R. guatemalensis decolor, R. guatemalensis depressa, R. guatemalensis sacrificii, R. guatemalensis stygaea; de anfibios y reptiles *Agkistrodon bilineatus, Anolis lemurinus, Bolitoglossa yucatana, Coniophanes schmidti, Hemidactylus turcicus, Laemanctus serratus, Leptodactylus labialis, L. melanonotus, Mabuya brachypoda, Mastigodryas melanoomus, Norops sagrei, Pseudemys scripta, Rhynophrynus dorsalis, Sceloporus serrifer, Sibon sanniola, Thecadactylus rapicaudus;* de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata,* el loro yucateco *Amazona xantholora,* la matraca yucateca *Campylorhynchus yucatanicus*, el carpintero yucateco *Centurus pygmaeus,* la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus*, el colibrí tijereta *Doricha eliza*, el bolsero yucateco *Icterus auratus,* el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis,* la pachacua yucateca *Nyctiphrynus yucatanicus.* Todas las especies mencionadas anteriormente están amenazadas por aislamiento, fragmentación del hábitat, desarrollo urbano y contaminación. Otras especies amenazadas de plantas son la agavácea *Beaucarnea pliabilis*, la boraginácea siricote *Cordia dodecandra,* las palmas *Pseudophoenix sargentii, Sabal gretheriae, Thrinax radiata* y la orquidácea *Rhyncholaelia digbyana*; existen sitios de anidación para especies protegidas de tortugas caguama *Caretta caretta*, blanca *Chelonia mydas*, laúd *Dermochelys coriacea* y carey *Eretmochelys imbricata*, y de reptiles como la boa *constrictor*, los cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreleti*, la iguana rayada *Ctenosaura similis;* de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, el loro de frente blanca *Amazona albifrons,* el loro de frente roja, *A. autumnalis,* el loro yucateco *A. xantholora*, *Anas acuta, A. discors,* el chovac *Anhinga*, el ralón cuellirufo *Aramides axillaris*, la grullita *Aramus guarauna*, *Aythya affinis, Buteo albicaudatus, B. nitidus, B. jamaicensis, B. magnirostris, Buteogallus anthracinus, B. urubitinga,* el cardenal *Cardinalis*, el zopilote cabeza amarilla *Cathartes burrovianus,* el pijijí cantor *Charadrius melodus*, *Circus cyaneus,* la garza rojiza *Egretta rufescens,* el halcón peregrino *Falco peregrinus, F. rufigularis, Geranospiza caerulescens, Glaucidium brasilianum,* el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el bolsero cuculado *I. cucullatus,* el bolsero de Altamira *I. gularis*, el kuká *Ixobrycus exilis*, el jabirú *Jabiru mycteria*, la cigüeña americana *Mycteria americana,* los flamencos rosado *Phoenicopterus roseus* y americano *Phoenicopterus ruber,* el panch'el *Pteroglossus torquatus*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, *Rostrhamus sociabilis*, *Sarcoramphus papa, Spizaetus tyrannus*, la golondrina marina *Sterna antillarum*; de mamíferos el mono araña *Ateles geoffroyi*, el saraguato negro *Alouatta pigra*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el tejón *Nasua narica*, el jaguar *Panthera onca*, el manatí *Trichechus manatus*.

Especies posiblemente extintas: el cíclido *Cichlasoma urophthalmus conchitae* y *C. urophthalmus ericymba*. Áreas de anidación para el flamenco rosado y otras aves marinas migratorias y de concentración excepcional del merostomado *Limulus polyphemus*.

Aspectos económicos: Mérida: industria, turismo y transporte. Ecoturismo de alto impacto. Explotación petrolera, maderable, salinera, industrial y termoeléctrica. Agricultura, avicultura, pesca, extracción de madera, apicultura y ganadería. Pesquerías de jaiba y camarón. Cacería furtiva.

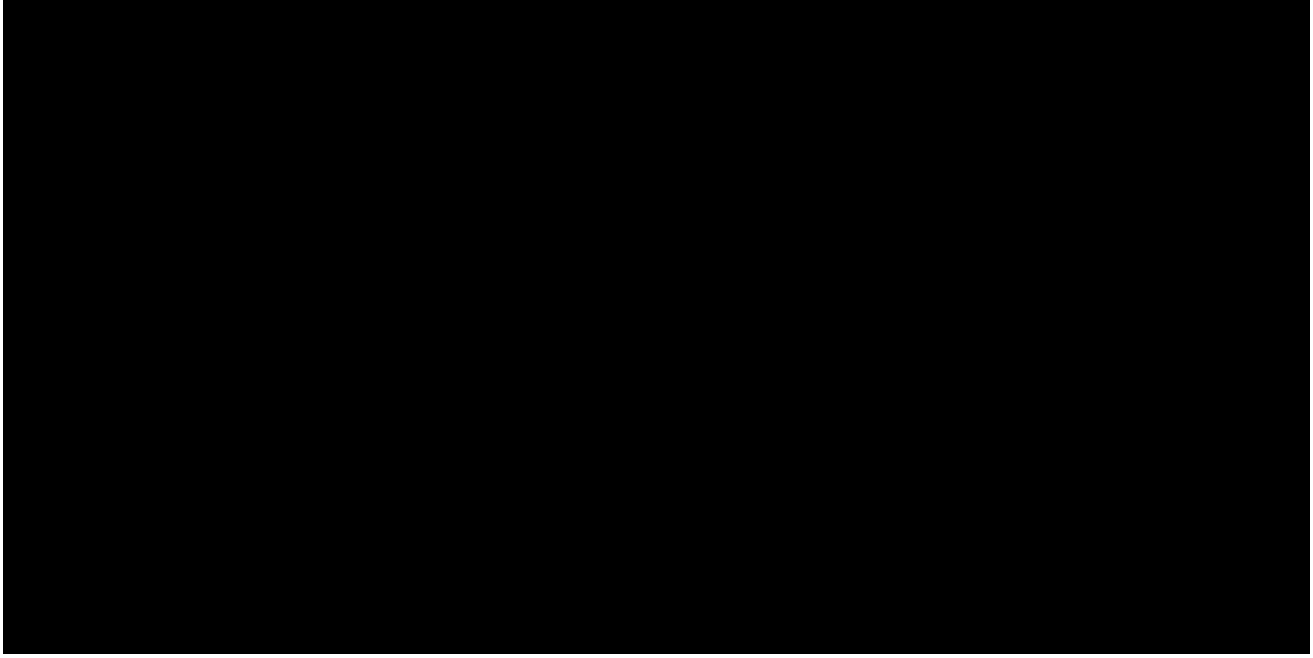
Problemática:

- Modificación del entorno: extracción inmoderada de agua y desforestación. Pérdida de la vegetación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras por efecto de la industria salinera, construcción de carreteras, bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de infraestructura portuaria. Incendios producidos por prácticas de tumba, roza y quema y actividad ganadera. Crecimiento urbano que ocasiona relleno de zonas inundables y destrucción del manglar.
- Contaminación: por materia orgánica y metales pesados. Escurrimientos agrícolas con agroquímicos y aguas negras. Contaminación del manto freático. En Mérida: residuos orgánicos y patógenos (contaminación urbana e industrial).
- Uso de recursos: petróleo, termoeléctrica, cacería furtiva, pesca ribereña y artesanal de camarón, bagre *Arius melanopus*, mojarra *Calamus campechanus*, jurel Caranx sp., robalo *Centropomus undecimalis*, corvinas *Cynoscion arenarius* y *C. nebulosus*, mero *Epinephelus morio*, huachinango *Lutjanus campechanus*, lisa Mugil sp., pulpo *Octopus maya* y *O. vulgaris*, langosta *Panulirus argus*, carito *Scomberomorus cavalla*, *S. maculatus*, Seriola sp. y caracol *Strombus gigas*; acuicultura, agricultura, ganadería, apicultura y ecoturismo. Producción de sal y cultivos de palma de coco.

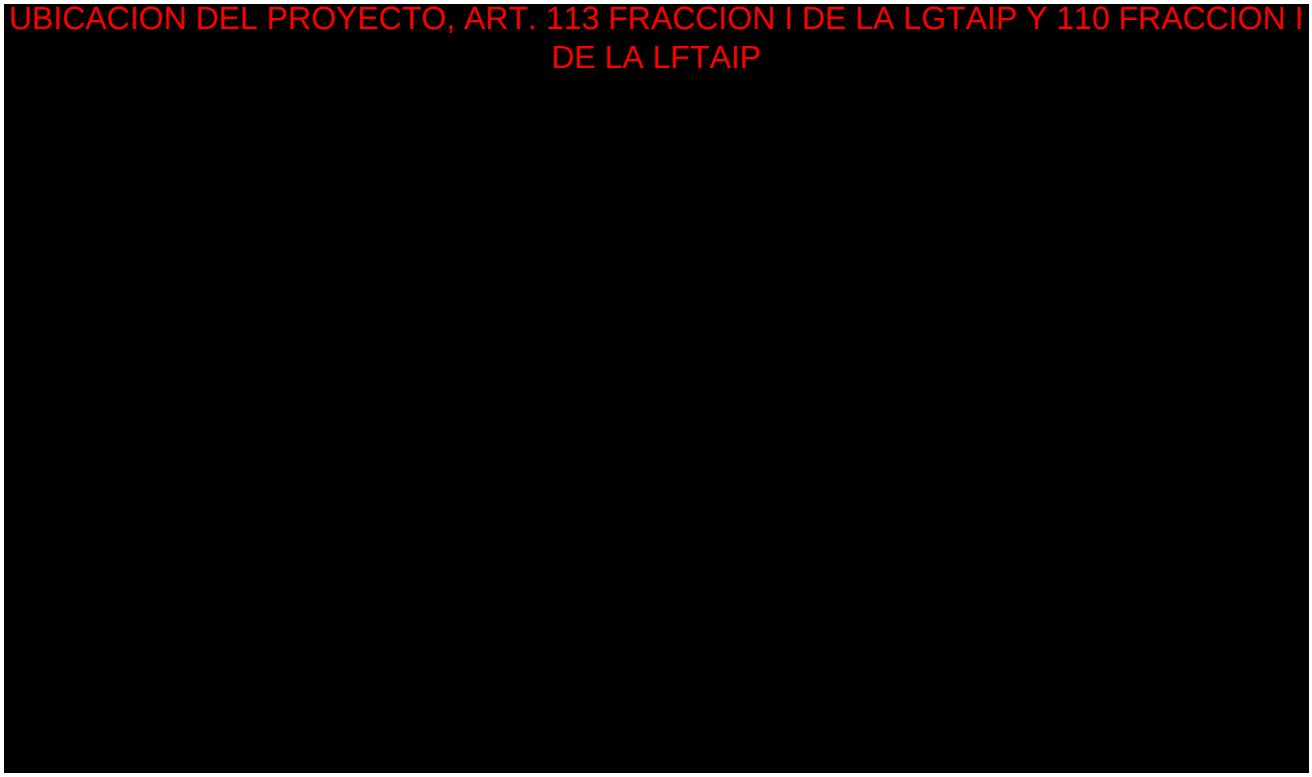
Conservación: preocupa la extracción inmoderada de agua, la modificación de los flujos de agua y la contaminación de las aguas subterráneas. Se requiere del control de contaminantes en Mérida y en los cenotes. Se requieren, también, de estudios de microtopografía de las cuencas, gasto en petenes y listas de vegetación acuática e insectos. Conservación Internacional y la Convención de Ramsar señalan a Ría Lagartos como humedal prioritario por ser un sistema complejo de pequeños estuarios, lagunas costeras hipersalinas, manglares y una barra de dunas de arena. Comprende la reserva estatal de Dzilam, las Reservas Especiales de la Biosfera Ría Celestún y Ría Lagartos y el Parque Nacional Dzilbilchaltún.

El proyecto no se contrapone a los criterios de conservación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias y no modificará las condiciones naturales ni causará desequilibrio ecológico.

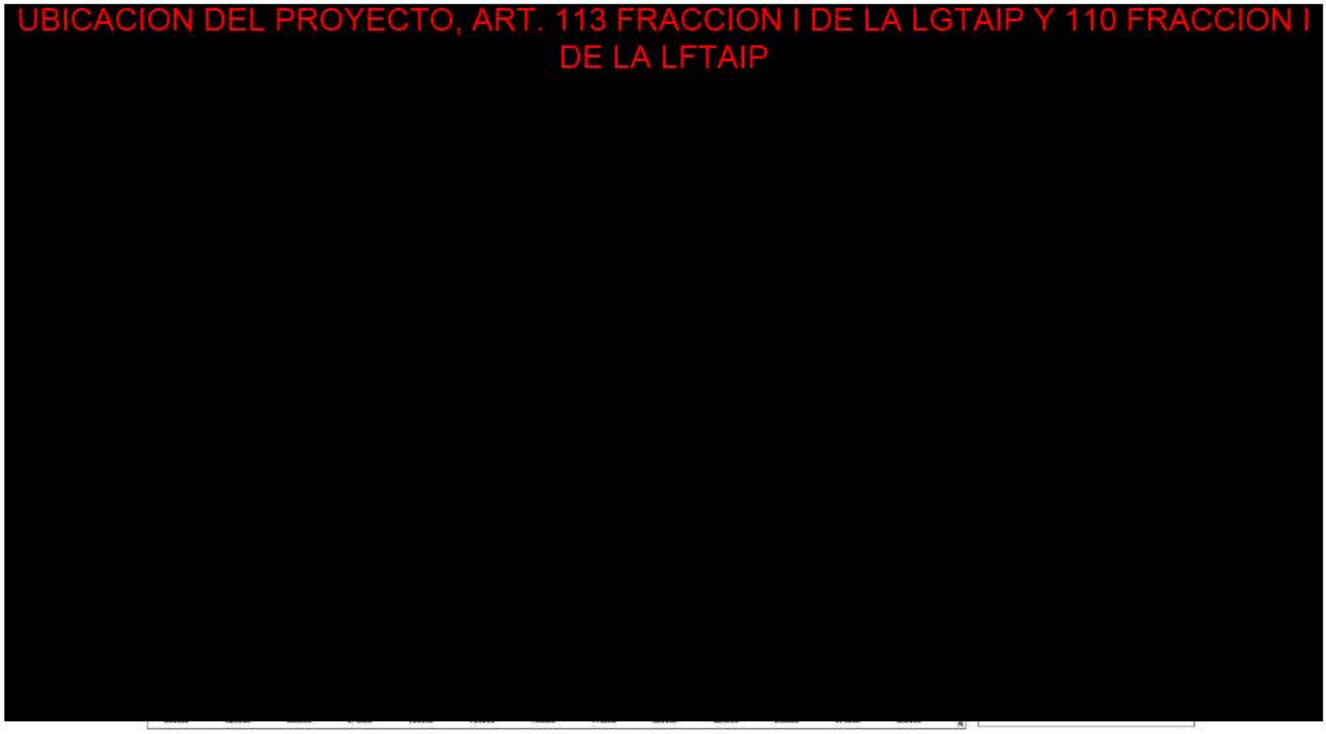
UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



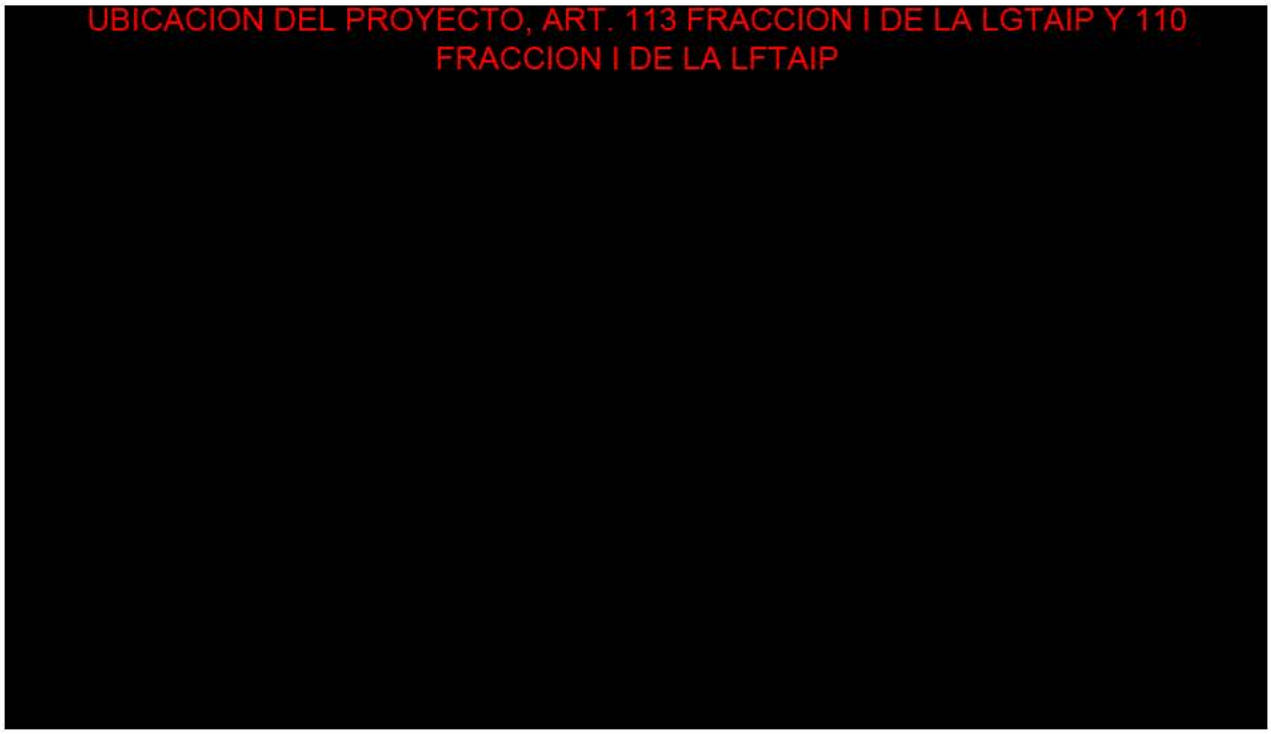
UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

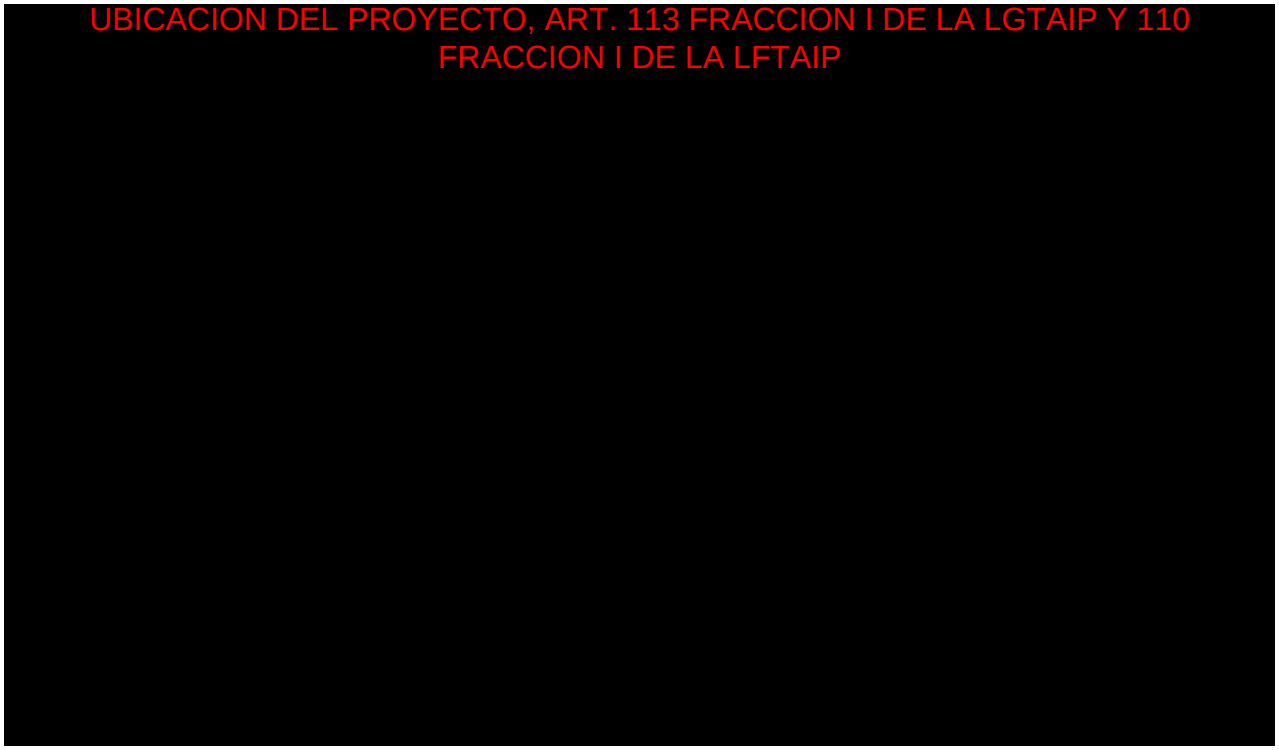


UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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





Regiones Marinas Prioritarias.

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración. Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (COANBIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

Se llevó al cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (e.g., integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (e.g., especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.). La clasificación resultó en diferentes grupos definidos por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan, considerando la información generada durante el taller. Es indispensable señalar que esta clasificación se hizo tomando como base la evaluación que realizaron los participantes al

taller, utilizando los criterios de evaluación para cada una de las áreas. Posteriormente, los valores así asignados fueron analizados por medio de un análisis de conglomerados, lo que dio como resultado 58 áreas de alta biodiversidad, de las cuales 41 presentaron algún tipo de amenaza para la biodiversidad y 38 correspondieron a áreas de uso por sectores. Finalmente, también se identificaron 8 áreas que son importantes biológicamente pero no se cuenta con información sobre biodiversidad. Tres áreas no tienen ninguna clasificación debido a que, por la escasa información contenida en la ficha correspondiente, el análisis no resultó en clasificación alguna (Arriaga et al., 1998).

El gasoducto, en su trayecto, atraviesa tres Regiones Marinas Prioritarias:

- Pantanos de Centla- Laguna de Términos
- Champotón – El Palmar
- Sisal-Dzilam Provincia Plataforma de Yucatán

Región Marina Prioritaria Pantanos de Centla- Laguna de Términos 53[17]

Extensión: 55 114 km^2

Clima: cálido húmedo costero y cálido subhúmedo oceánico, con lluvias en verano. Temperatura media anual mayor a 26°C. Ocurren huracanes, tormentas tropicales, nortes.

Geología: corresponde a la placa de Norteamérica. Rocas sedimentarias. Plataforma amplia.

Descripción: lagunas, playas, dunas, pastos marinos, esteros, islas. Esta zona representa el aporte hídrico más importante en México, del continente a la costa y a la Sonda de Campeche.

Oceanografía: frente permanente de surgencias. Oleaje medio. Aporte de agua dulce por ríos, esteros y lagunas. Existen turbulencia, frentes, concentración y enriquecimiento.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, crustáceos, insectos, peces, reptiles, aves, mamíferos marinos, algas, manglares, selva mediana inundable, selva alta, popales, tulares, carrizales, palmar inundable, matorral espinoso inundable. Endemismo de plantas (*Amaranthus greggii, Cithorexilum allephirum, Palafoxia* spp) y peces (*Strongylura hubbsi, Batrachoides goldmani*). Especies indicadoras: mangle rojo, blanco y negro, camarones, robalo, manatí, cocodrilos, caimanes; G*racillaria* spp y *Bangia* spp, indican el grado de conservación del ambiente. Typha domingensis indica ausencia de fertilizantes. Zona de refugio, alimentación y reproducción de tortugas, aves, peces, crustáceos, manatí, mamíferos e invertebrados.

Aspectos económicos: pesca intensiva organizada en cooperativas, artesanal, cultivos, permisionarios y libres, con explotación de ostión, jaiba, camarón, moluscos, algas y peces. Es zona cinegética de mamíferos.

[17] http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_053.html

Existe un alto potencial para el ecoturismo y una playa de turismo local. Presencia de actividades petroleras, industriales, forestales, de transporte, agrícolas y ganaderas.

Problemática:

- Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables, desvío de cauces, descargas de agua dulce. Daño por embarcaciones (petroleros, pesqueros). Impactos ambientales por actividades de exploración y producción petrolera.
- Contaminación por desechos sólidos, aguas residuales, petróleo, agroquímicos, fertilizantes, metales y desechos industriales. Impactos negativos al ambiente por actividades petroleras. Arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes por los campos arroceros y la desforestación.
- Uso de recursos: actividad ganadera extensiva en zonas inundables de Tabasco. Presión del sector pesquero sobre el camarón blanco, almejas y ostión. Especies en peligro: pejelagarto, cacerolita *Limulus polyphemus* (merostomado) y *Habenaria bractecens* (orquídea). Tráfico de especies, pesca ilegal, arrastres y fauna de acompañamiento.
- Especies introducidas: tilapia.
- Regulación: incumplimiento de la legislación en el área protegida de Laguna de Términos (e.g. veda, usos de suelo distintos a lo establecido en el plan de manejo). Escasa integración de política turística y pesquera entre Tabasco y Campeche.

Conservación: énfasis en el cuidado de las zonas que alimentan la Laguna de Términos. Esta zona representa el aporte hídrico más importante en México, del continente a la costa y a la sonda, y existen serios conflictos de usos a nivel superficial, de subsuelo marino y continental; se requiere de un verdadero programa de Manejo Integrado de la Zona Costera (manejo de recursos, monitoreo y conservación de las zonas de crianza de fauna marina, etc.). La zona tiene todas las características de un Centro de Actividad Biológica; se propone su inclusión como tal para zona tropical, restringiendo el área a la zona de frente permanente de alta productividad. Epomex, el ICML y la UAC realizan investigaciones que conducen al manejo adecuado de los recursos de la zona.

Región Marina Prioritaria Champotón – El Palmar 60[18]

Extensión: 13 551 km^2

Clima: cálido subhúmedo (Champotón) y cálido árido (El Palmar); cálido subhúmedo (humedales y costa) con lluvias en verano. Temperatura media anual mayor de 26°C. Ocurren huracanes, tormentas tropicales, nortes.

[18] http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_060.html

Geología: placa de Norteamérica, con rocas sedimentarias y calcáreas.

Descripción: humedales, dunas, pastos marinos, zona oceánica, ríos, lagunas, marismas y petenes.

Oceanografía: zona de afloramiento pequeña, permanente. Oleaje medio. Hay aporte de agua dulce por ríos y lagunas. Existen procesos de concentración y enriquecimiento de nutrientes, turbulencia.

Biodiversidad: plancton, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares. Hay endemismo de moluscos (*Octopus maya*), merostomados (cacerolitas), fanerógamas y crustáceos (artemia). Existen especies indicadoras de distribución (mangle rojo), oxigenación del agua (*Thalassia testudinum*), calidad del hábitat (flamencos, otras aves, peces) y migración (camarón, peces, tortuga blanca y carey, aves).

Aspectos económicos: pesca muy activa, organizada en cooperativas, permisionarios, libres y por cultivos; se explotan el camarón, peces, pulpo, cangrejos, langosta y jaiba. Turismo de alto impacto y ecoturismo. Hay explotación petrolera, industrial y termoeléctrica.

Problemática:

- Efectos a distancia: por escurrimientos agrícolas y de aguas negras y construcción de caminos, muelles y vivienda. La remoción de pastos y la tala de manglar es creciente. Hay destrucción de dunas costeras; cambios de la tasa de sedimentación con pérdida de la vegetación (línea de costa y área de Mérida).
- Contaminación: por plaguicidas, agroquímicos y por aguas residuales de granjas camaroneras.
- Uso de recursos: presión sobre especies de peces, moluscos, plantas, artrópodos, así como arrastres, pesca ilegal y colecta de especies exóticas. Conflicto entre comunidades pesqueras por acceso a los recursos en el límite de Campeche y Yucatán y en Celestún por la pesca de pulpo.
- Desarrollos: infraestructura y actividades turísticas mal planeadas en Celestún. Conflictos sociales por el turismo entre Campeche y Yucatán.

Conservación: existen playas protegidas (El Palmar) y la Reserva de la Biosfera Celestún con recuperación de humedales. Los manglares, dunas, pastos marinos y lagunas actúan naturalmente como conservadores del ambiente; al degradarse éstos, se pierde tal conservación. Es urgente un plan de manejo de recursos, monitoreo y vigilancia de las diversas actividades, manutención de la productividad y conservación de las zonas de crianza.

Región Marina Prioritaria Sisal-Dzilam 61[19]

[19] http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rmp_061.html

Extensión: 629,537.4494 ha

Clima: cálido subhúmedo a semiárido con lluvias en verano. Alta precipitación y evaporación. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren huracanes, nortes.

Geología: placa de Norteamérica, con rocas sedimentarias (fondos calcáreos).

Descripción: zona costera con dunas, petenes.

Oceanografía: surgencias pequeñas pero permanentes. Oleaje medio. Hay enriquecimiento de nutrientes, turbulencia.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, vegetación costera. Hay endemismo de plantas fanerógamas, peces y moluscos (*Melongena* spp). Es zona de anidación de aves, de alimentación para tortugas (caguama *Caretta caretta*) y manatí, de crianza, refugio y reproducción para peces (*Rachycentron canadus, Lutjanus campechanus*), cocodrilos y cacerolita.

Aspectos económicos: potencial turístico creciente. Zona de pesca intensa organizada en sindicatos, cooperativas y libres, con explotación de crustáceos (*Farfantepenaeus duorarum, F. setiferus, Menippe mercenaria)* y peces (sierra, pargo, huachinango, robalo, mero, cherna, cobia). Hay explotación petrolera, agrícola y de recursos minerales.

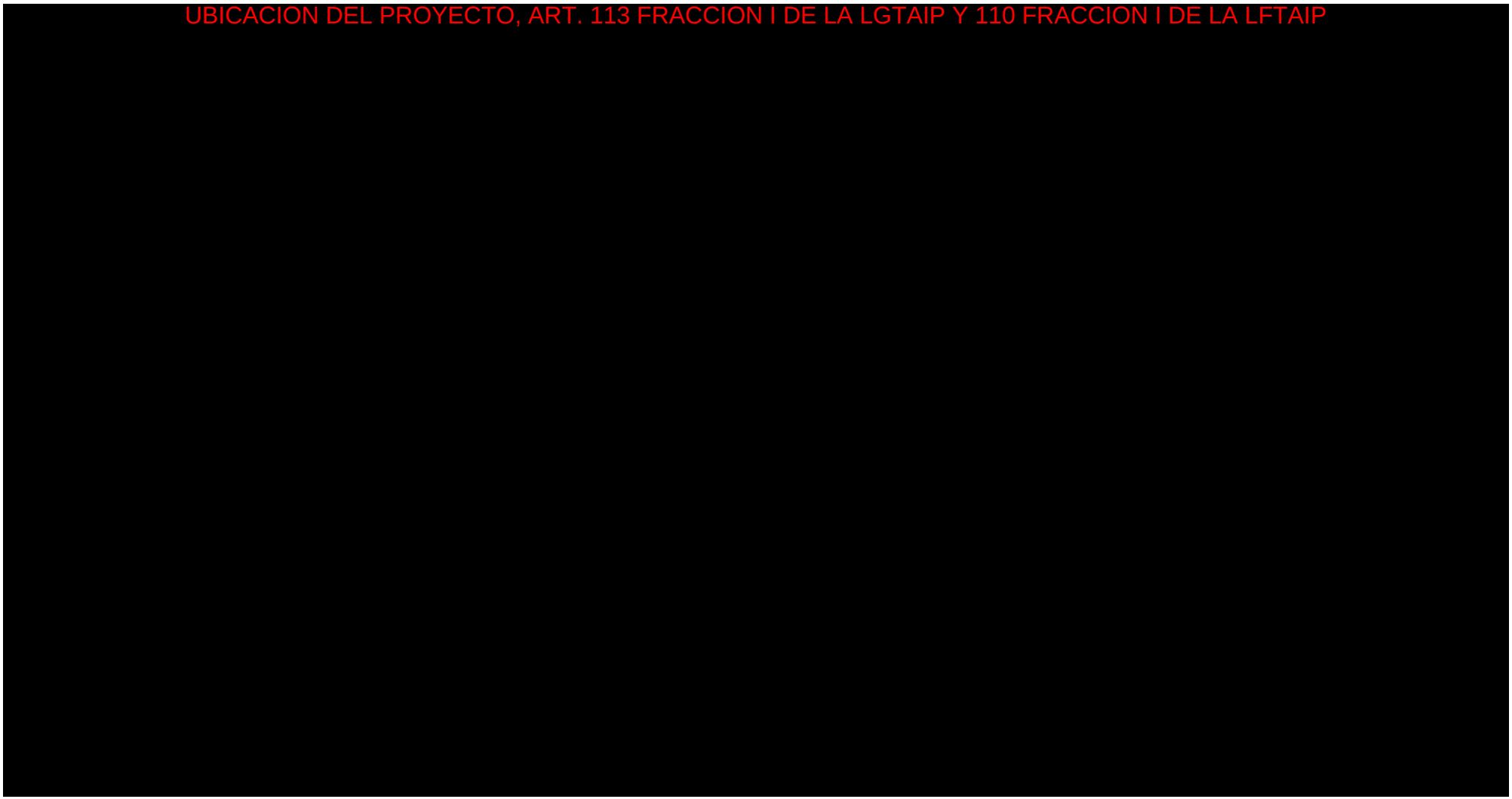
Problemática:

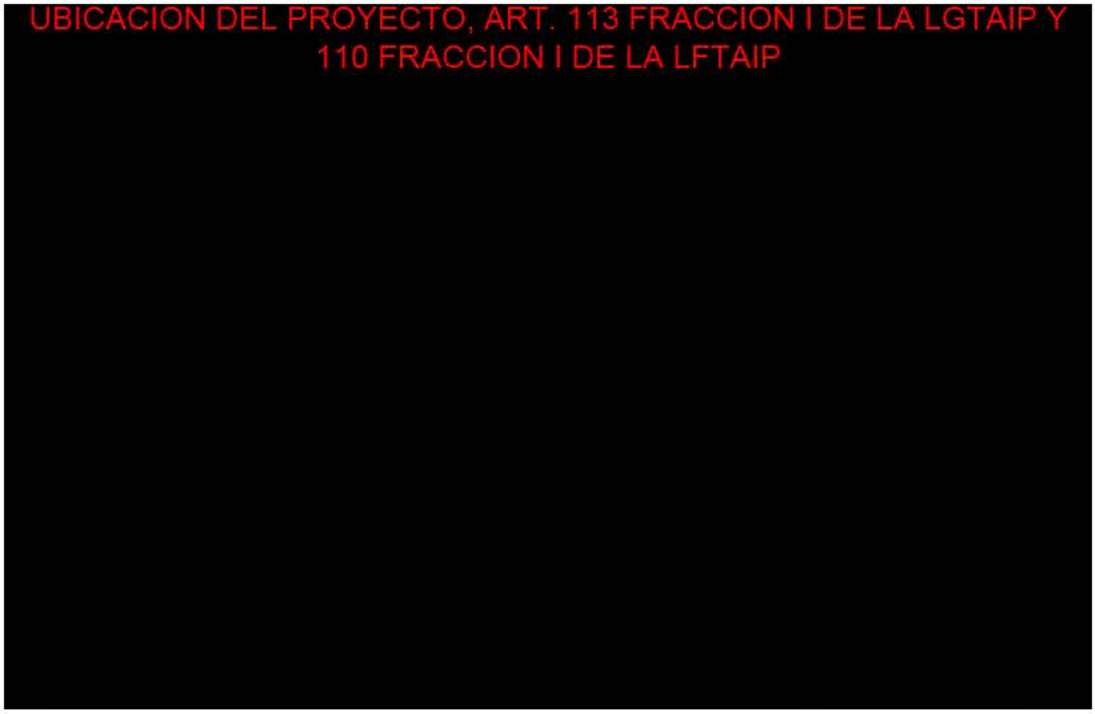
- Modificación del entorno: daño al ambiente por remoción de pastos marinos, arrastres camaroneros y perturbación de fondos, así como por embarcaciones en general y por asentamientos irregulares.
- Contaminación: por descargas de petróleo, agroquímicos (escurrimientos agrícolas), basura y aguas negras.
- Uso de recursos: presión sobre crustáceos y peces (pesca intensiva). Hay pesca ilegal, tráfico de especies y saqueo de huevos de tortuga.

Conservación: se considera que, por su actividad pesquera intensiva y su potencial turístico creciente, debe elaborarse un programa de manejo de recursos, monitoreo y conservación de zonas naturales (de crianza, migración, reproducción, anidación, etc.).

El gasoducto no se contrapone a los criterios de conservación de las Regiones Marinas Prioritarias y no modificarán las condiciones naturales ni causará desequilibrio ecológico. Las RMP se pueden observar en la siguiente figura.

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





Regiones Terrestres Prioritarias.

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), son unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tiene una oportunidad real de conservación. El proyecto incide en 2 RTP, la Lagunas de Catazajá – Emiliano Zapata y El Manzanillal (Arriaga et al., 200).

El Manzanillal RTP 142[20]

Entidades: Chiapas, Tabasco.

Municipios: Centro, Ixtapangajoya, Juárez, Pichucalco, Reforma, Teapa.

Localidades de referencia: Villahermosa, Tab.; Pichucalco, Chis.; Parrilla Primera Sección, Tab.; Playas del Rosario, Tab.; Juárez, Chis.

Superficie: 606 km^2

Características generales: Región definida como prioritaria por representar la porción más extensa de las selvas inundables de anocorte (*Bravaisia integerrima*); presenta tulares, popales y zapotanales. Es el último manchón de esta vegetación. Presenta una diversidad de tortugas dulceacuícolas y de taxa amenazados, así

[20] http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_142.pdf

como un importante reducto de especies faunísticas propias de estos ambientes, en los que se presentan condiciones de inundabilidad, así como un sistema de ríos que desemboca directamente al Usumacinta. Esta RTP tiene un grado de alteración muy alto, predominando como uso del suelo el pastizal cultivado, siendo la selva baja perennifolia el ecosistema natural que posee una mayor extensión, aunque también la vegetación de zonas inundables es otro tipo de vegetación representativo.

Tipo(s) de clima: Am(f)Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del 54 % mes más frío mayor de 18°C, con precipitación anual mayor de 1,000 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano mayores al10.2% anual. A(f)Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del 46% mes más frío mayor de 18°C, con precipitación anual mayor de 500 mm y precipitación del mes más seco mayor de 60 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.

Geoformas: Llanura costera.

Unidades de suelo y porcentaje de superficie: Cambisol crómico CMx (Clasificación FAO-Unesco, 1989) Suelo que tiene un100% horizonte A ócrico, muy claro, con muy poco carbono orgánico, muy delgado, y duro y macizo cuando se seca; este horizonte posee un grado de saturación de 50% o más en al menos los 20 a 50 cm superficiales, sin ser calcáreo a esta profundidad; tiene un horizonte B cámbico (de alteración con color claro y muy bajo contenido de materia orgánica, textura fina, estructura moderadamente desarrollada, con significativo contenido de arcilla y evidencia de eliminación de carbonatos; este horizonte tiene un color pardo fuerte a rojo. Este suelo carece de propiedades gleicas (alta saturación con agua) en los 100 cm superficiales, con un grado desaturación menor del 50%; carece, asimismo, de propiedades sálicas.

Diversidad ecosistémica: Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

- Agricultura, pecuario y forestal: Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal. 79%.
- Selva baja subperennifolia: Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde un 25 a 50% de las especies tiran las hojas. 17%.
- Vegetación acuática: Cualquier tipo de vegetación que requiera del medio acuático para vivir. 4%.

Integridad ecológica funcional: Aún persisten cocodrilos de buen tamaño y otras especies de cuerpos de agua que permanecen en esta zona.

Función como corredor biológico: Información no disponible.

Fenómenos naturales extraordinarios: Selva de canacorte.

Presencia de endemismos: Información no disponible.

Riqueza específica: Se considera baja.

Función como centro de origen y diversificación natural: Información no disponible.

Problemática ambiental: De los principales problemas están la expansión de la frontera agropecuaria, la contaminación ocasionada por Pemex y planes de desecación de zonas inundadas.

Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado: 40% es propiedad nacional y 60% ejidal o privada.

Importancia de los servicios ambientales: Información no disponible.

Lagunas de Catazajá – Emiliano Zapata RTP 143[21] Entidades:
Campeche, Chiapas, Tabasco.

Municipios: Carmen, Catazajá, Emiliano Zapata, Jonuta, La Libertad, Palenque, Palizada.

Localidades de referencia: Tenosique de Pino Suárez, Tab.; Emiliano Zapata, Tab.; Chable, Tab.; La Libertad, Chis.

Superficie: 1,197 km^2

Características generales: Es una región de zonas de humedales que albergan extensiones importantes de vegetación acuática y subacuática, así como vertebrados en peligro de extensión a nivel mundial como el manatí (*Trichechus manatus*) y halcón aplomado (*Falco femoralis*). Existen, en estos ecosistemas acuáticos, algunas especies claves con diferente grado de requerimiento de conservación. Las actividades agropecuarias representan un peligro.

Tipo(s) de clima: Am(f)Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del 95 % mes más frío mayor de 18°C, con precipitación anual mayor de 1,000 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano mayores al10.2% anual. A(f)Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del 5% mes más frío mayor de 18°C, con precipitación anual mayor de 500 mm y precipitación del mes más seco mayor de 60 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.

Geoformas: Marismas.

Unidades de suelo y porcentaje de superficie: Vertisol éutrico VRe (Clasificación FAO-Unesco, 1989) Suelo con una alta100%proporción de arcilla (más de 30%) al menos hasta 50 cm de profundidad; desarrolla fisuras de hasta un cm de ancho. El subtipo éutrico tiene un grado de saturación de 50% como mínimo, por lo menos en una profundidad comprendida entre 20 y 50 cm a partir de la superficie y carece de un horizonte cálcico (de concentración de carbonato de calcio) o gípsico (concentración de yeso).

[21] http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_143.pdf

Diversidad ecosistémica: Principalmente selvas medianas y sabanas. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

- Agricultura, pecuario y forestal: Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal. 54%.
- Vegetación acuática: Cualquier tipo de vegetación que requiera del medio acuático para vivir. 41%.
- Otros: 5%.

Integridad ecológica funcional: Las poblaciones silvestres están reducidas significativamente por los intensos procesos de deforestación.

Función como corredor biológico: Importante para especies de aves acuáticas migratorias.

Fenómenos naturales extraordinarios: Hábitat que sostiene poblaciones de manatí y un sistema cavernario subacuático.

Presencia de endemismos: Información no disponible.

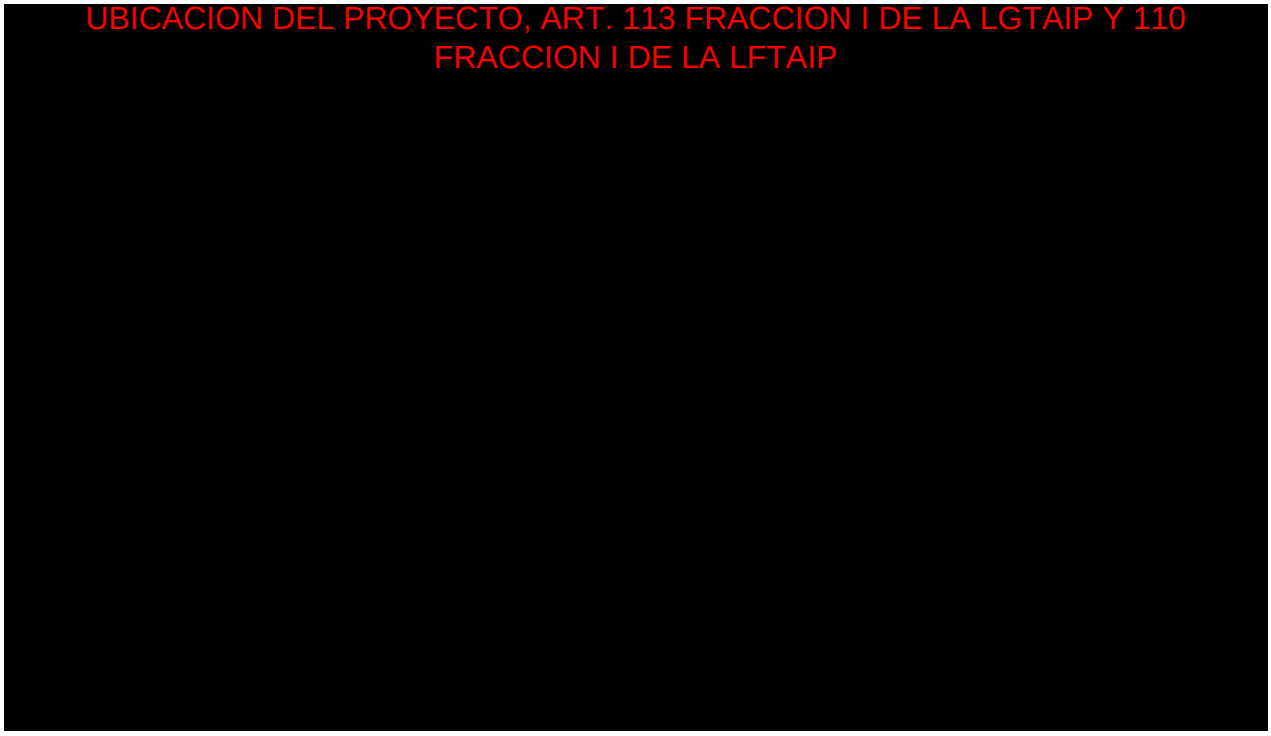
Riqueza específica: Información no disponible.

Función como centro de origen y diversificación natural: Información no disponible.

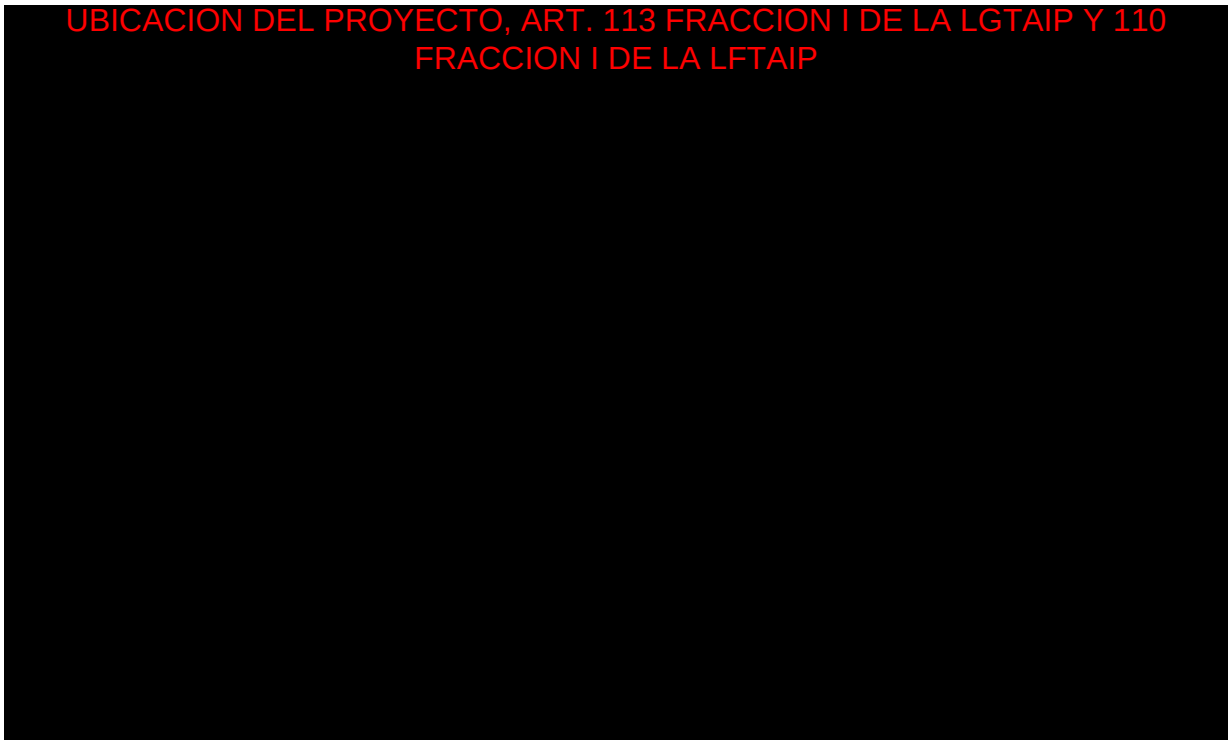
Problemática ambiental: Los desbalances hidrológicos por conversión a tierras agrícolas, el vertedero de plaguicidas utilizados en la periferia y la desecación de las lagunas afecta a los manatíes **Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado:** Información no disponible.

Importancia de los servicios ambientales: Mantenimiento de reservorios de agua superficiales.

El proyecto no se contrapone a los criterios de conservación de las Regiones Hidrológicas Prioritarias y no modificará las condiciones naturales ni causará desequilibrio ecológico.


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

Fi


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

.

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

[redacted]

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El programa Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) en México pretende formar parte a nivel mundial de una red de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos.

Dentro de las áreas seleccionadas para estar en el programa de Áreas de Importancia para la Conservación de la Aves, se incluyen Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Estaciones Biológicas y Áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestre, todas decretadas dentro de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas; asimismo se incluyen algunas Regiones Terrestres Prioritarias catalogadas por las CONABIO.

De acuerdo con las áreas de importancia para la conservación de las aves establecidas por la CONABIO, el área de influencia del proyecto cruza una pequeña porción del AICA SE-25 Laguna de Términos, que tiene una superficie de 581,022.21 ha[22].

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

[redacted]

[22] http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/SE-25.html

Laguna de Términos AICA SE-25

Estado(s): Campeche

RPCM: Pantanos de Centla-Laguna de Términos

Superficie: 581,022.21 Ha.

Vegetación existente (Rzedowski):

- Bosque Tropical Perennifolio 193,652.84 (33.32%)
- Pastizal 161,951.40 (27.87%)
- Vegetación Acuática y Subacuática 225,591.85 (38.82%) **Tenencia de la tierra:** Ejidal, privada y federal.

Uso de la tierra y cobertura: Ganadería 40% Agricultura 1.5%

Amenazas: Desarrollo industrial, Explotación inadecuada de recursos bancos de arena, Deforestación, Ganadería, Agricultura y Desarrollo urbano.

Descripción: Es el sistema lagunar estuarino de mayor extensión y volumen del país, constituyendo un complejo costero adjunto a la plataforma continental marina adyacente. Forma parte del delta principal de la cuenca ecológica más importante del país, integrada por los ríos Mexcalapa, Grijalva y Usumacinta cuyo volumen de descarga es el mayor de México. Entre sus ríos tributarios se encuentran el Palizada, Candelaria, Las Cruces, Las Piñas y Chumpán.

Justificación:

Aloja 84 especies dentro de alguna de las categorías de amenaza, representando el 53.5% del total de especies de la Península con alguna categoría de riesgo.

Vegetación:

Las zonas núcleo alojan en mayor proporción una importante extensión de manglares, tulares y pastos sumergidos. En las zonas de amortiguamiento se encuentran en gran medida áreas de sabanas, manchones de selvas bajas (bosque tropical caducifolio) y mediana subperennifolia (bosque tropical subcaducifolio) entre extensiones considerables de vegetación secundaria en diferentes etapas de sucesión.

Tabla 43. Lista de especies presentes en el AICA SE-25 Laguna de Términos.

Especie	Abundancia	Estacionalidad	Notas
Crypturellus soui	No dispon ble	Residente	
Crypturellus cinnamomeus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM -059 como rara.
Tachybaptus dominicus	No dispon ble	Residente	
Podilymbus podiceps	No dispon ble	Residente	

Especie	Abundancia	Estacionalidad	Notas
Phalacrocorax brasilianus	No dispon ble	Residente	
Anhinga	No dispon ble	Residente	
Fregata magnificens	No dispon ble	Transitorio	
Botaurus pinnatus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM -059 como rara.
Tigrisoma mexicanum	No dispon ble	Residente	
Ardea herodias	No dispon ble	Residente de verano	Incluida en la NOM -059 como rara.
Casmerodius albus	No dispon ble	Residente	
Egretta thula	No dispon ble	Residente	
Egretta caerulea	No dispon ble	Residente de invierno	
Egretta tricolor	No dispon ble	Residente de invierno	
Egretta rufescens	Abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazada.
Bubulcus ibis	No dispon ble	Residente	
Butorides virescens	No dispon ble	Residente	
Agamia agami	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara y por BirdLife como casi amenazada.
Nycticorax nycticorax	No dispon ble	Residente de invierno	
Nyctanassa violacea	No dispon ble	Residente	
Eudocimus albus	No dispon ble	Residente	
Ajaia ajaja	No dispon ble	Residente de verano	
Jabiru mycteria	Muy abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como en peligro.
Mycteria americana	Abundante	Residente	Incluida en la NOM -059 como amenazada.
Dendrocygna autumnalis	No dispon ble	Residente	
Cairina moschata	Muy abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como en peligro.
Laterallus ruber	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Aramides cajanea	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Amaurolimnas concolor	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM -059 como rara.
Porphyrula martinica	No dispon ble	Residente	
Fulica americana	No dispon ble	Residente de invierno	
Aramus guarauna	Abundante	Residente	Incluida en la NOM -059 como amenazada.
Pluvialis squatarola	No dispon ble	Residente de invierno	
Charadrius vociferus	No dispon ble	Residente de invierno	
Himantopus mexicanus	No dispon ble	Residente de invierno	
Anas acuta	Muy abundante	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como sujeta a protección especial.
Anas discors	Muy abundante	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como sujeta a protección especial.
Anas clypeata	No dispon ble	Residente de invierno	
Anas americana	Abundante	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como sujeto a protección especial.
Aythya affinis	Muy abundante	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como sujeta a protección especial.
Oxyura dominica	Rara	Residente	Incluida en la NOM -059 como amenazado.
Coragyps atratus	No dispon ble	Residente	
Cathartes aura	No dispon ble	Residente	
Cathartes burrovianus	Abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Sarcoramphus papa	Rara	Residente	Incluida en la NOM-059 como en peligro.

Especie	Abundancia	Estacionalidad	Notas
Pandion haliaetus	No dispon ble	Residente de invierno	
Elanus leucurus	No dispon ble	Residente	
Rostrhamus sociabilis	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Accipiter striatus	No dispon ble	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Geranospiza caerulescens	Rara	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Buteogallus anthracinus	Abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Buteogallus urubitinga	Abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Buteo nitidus	Muy abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como sujeto a protección especial.
Buteo magnirostris	Muy abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como sujeto a protección especial.
Buteo brachyurus	No dispon ble	Residente	
Buteo albicaudatus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como sujeto a protección especial.
Spizaetus tyrannus	Rara	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazada.
Spizaetus ornatus	Abundante	Residente	Incluida en la NOM -059 como en peligro.
Polyborus plancus	No dispon ble	Residente	
Herpetotheres cachinnans	No dispon ble	Residente	
Micrastur ruficollis	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Micrastur semitorquatus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM -059 como rara.
Falco sparverius	No dispon ble	Residente de invierno	
Falco columbarius	No dispon ble	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Falco femoralis	Abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Falco rufigularis	Muy abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Falco peregrinus	Abundante	Residente de invierno	Incluida en la NOM -059 como amenazada.
Ortalis vetula	No dispon ble	Residente	
Odontophorus guttatus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM -059 como rara.
Jacana spinosa	No dispon ble	Residente	
Tringa melanoleuca	No dispon ble	Residente de invierno	
Tringa flavipes	No dispon ble	Residente de invierno	
Tringa solitaria	No dispon ble	Residente de invierno	
Actitis macularia	No dispon ble	Residente de invierno	
Gallinago gallinago	No dispon ble	Residente de invierno	
Larus atricilla	No dispon ble	Residente de invierno	
Sterna maxima	No dispon ble	Residente	
Sterna antillarum	No dispon ble	Transitorio	Incluida en la NOM-059 y por el ICBP como en peligro
Columba cayennensis	No dispon ble	Residente	
Columba speciosa	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Columba flavirostris	No dispon ble	Residente	
Columba nigrirostris	No dispon ble	Transitorio	Incluida en la NOM-059 como rara.
Zenaida asiatica	No dispon ble	Residente	
Zenaida macroura	No dispon ble	Residente de invierno	
Columbina minuta	No dispon ble	Residente	
Columbina talpacoti	No dispon ble	Residente	
Claravis pretiosa	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.

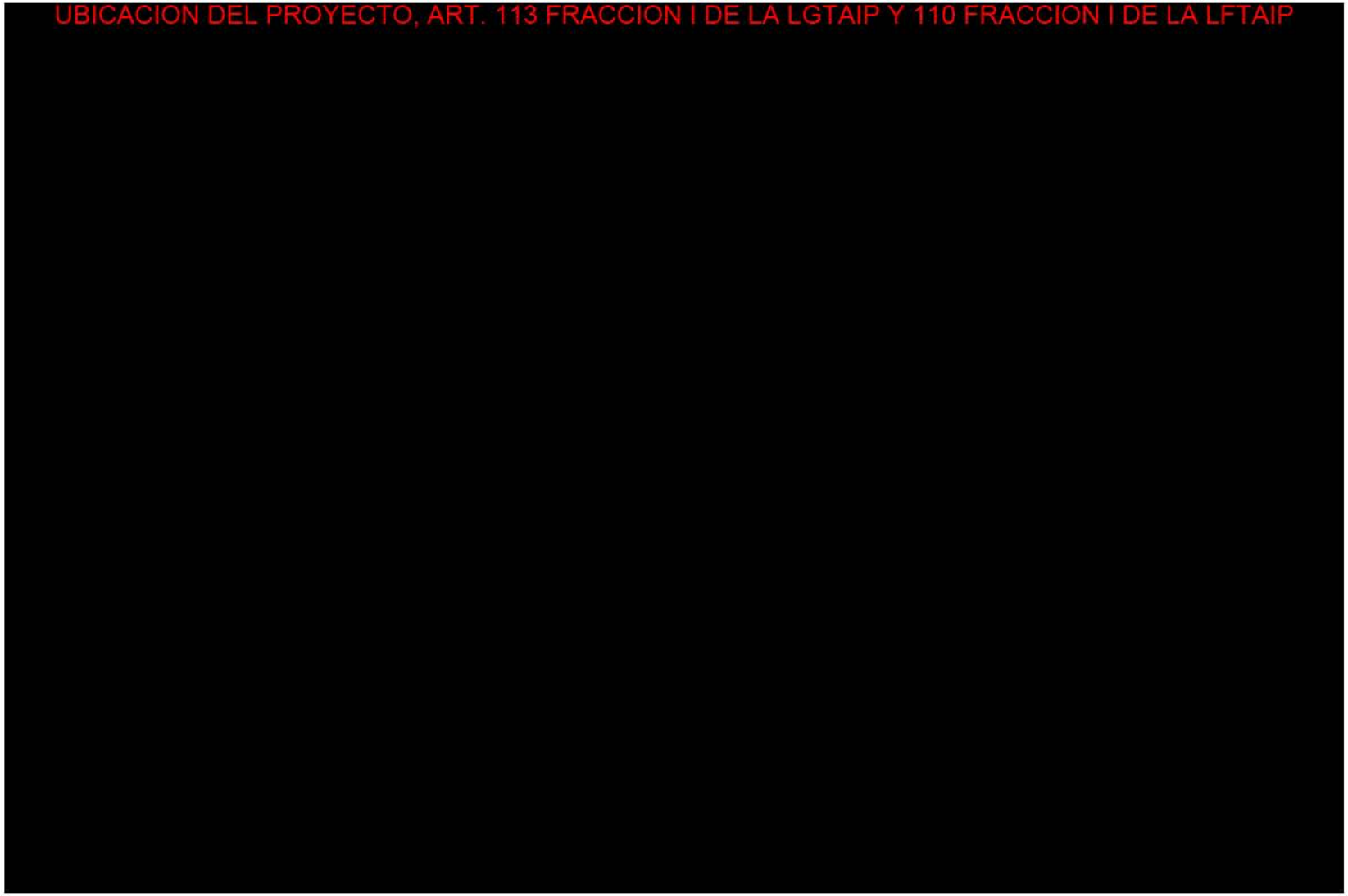
Especie	Abundancia	Estacionalidad	Notas
Leptotila verreauxi	No dispon ble	Residente	
Geotrygon montana	No dispon ble	Residente	
Veniliornis fumigatus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Piculus rubiginosus	No dispon ble	Residente	
Celeus castaneus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazada
Dryocopus lineatus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Campephilus guatemalensis	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Synallaxis erythrothorax	No dispon ble	Residente	
Pionus senilis	Abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazada.
Amazona albifrons	No dispon ble	Residente	
Amazona xantholora	Abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Amazona autumnalis	No dispon ble	Residente	
Amazona oratrix	Rara	Residente	Incluida en la NOM-059 y BirdLife como en peligro y por IUCN como indeterminada aunque bajo riesgo.
Coccyzus americanus	No dispon ble	Transitorio	
Coccyzus minor	No dispon ble	Residente	
Piaya cayana	No dispon ble	Residente	
Tapera naevia	No dispon ble	Residente	
Dromococcyx phasianellus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Crotophaga sulcirostris	No dispon ble	Residente	
Tyto alba	No dispon ble	Residente	
Bubo virginianus	Abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Glaucidium brasilianum	Muy abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Ciccaba virgata	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Chordeiles acutipennis	No dispon ble	Residente	
Nyctidromus albicollis	No dispon ble	Residente	
Streptoprocne zonaris	No dispon ble	Residente	
Phaethornis longuemareus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Anthracothorax prevostii	No dispon ble	Residente	
Chlorostilbon canivetii	No dispon ble	Residente	
Amazilia candida	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Amazilia tzacatl	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Amazilia yucatanensis	No dispon ble	Residente	
Archilochus colubris	No dispon ble	Transitorio	
Trogon melanocephalus	No dispon ble	Residente	
Trogon violaceus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Trogon collaris	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Ceryle torquata	No dispon ble	Residente	
Ceryle alcyon	No dispon ble	Residente de invierno	
Chloroceryle americana	No dispon ble	Residente	
Chloroceryle aenea	No dispon ble	Residente	
Pteroglossus torquatus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Ramphastos sulfuratus	Muy abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazada.
Melanerpes aurifrons	No dispon ble	Residente	

Especie	Abundancia	Estacionalidad	Notas
Picoides scalaris	No dispon ble	Residente	
Dendrocincla anabatina	Muy abundante	Residente	Incluida en la NOM-059 como amenazado.
Sittasomus griseicapillus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Dendrocolaptes certhia	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Xiphorhynchus flavigaster	No dispon ble	Residente	
Lepidocolaptes souleyetii	No dispon ble	Residente	
Thamnophilus doliatus	No dispon ble	Residente	
Formicarius analis	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Camptostoma imberbe	No dispon ble	Residente	
Myiopagis viridicata	No dispon ble	Residente	
Elaenia flavogaster	No dispon ble	Residente	
Oncostoma cinereigulare	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Todirostrum sylvia	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Todirostrum cinereum	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM -059 como rara.
Rhynchocyclus brevirostris	No dispon ble	Residente	
Tolmomyias sulphurescens	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Platyrinchus cancrominus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM -059 como rara.
Onychorhynchus mexicanus	No dispon ble	Residente	
Contopus virens	No dispon ble	Transitorio	Amenazado en Norteamérica.
Contopus cinereus	No dispon ble	Residente	
Empidonax flaviventris	No dispon ble	Transitorio	
Empidonax virescens	No dispon ble	Transitorio	
Empidonax minimus	No dispon ble	Residente de invierno	
Pyrocephalus rubinus	No dispon ble	Residente	
Attila spadiceus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Myiarchus yucatanensis	No dispon ble	Residente	
Myiarchus tuberculifer	No dispon ble	Residente	
Myiarchus crinitus	No dispon ble	Residente de invierno	
Myiarchus tyrannulus	No dispon ble	Residente de verano	
Pitangus sulphuratus	No dispon ble	Residente	
Megarynchus pitangua	No dispon ble	Residente	
Myiozetetes similis	No dispon ble	Residente	
Tyrannus melancholicus	No dispon ble	Residente	
Tyrannus couchii	No dispon ble	Residente	
Tyrannus savana	No dispon ble	Residente	
Pachyramphus aglaiae	No dispon ble	Residente	
Tityra semifasciata	No dispon ble	Residente	
Tityra inquisitor	No dispon ble	Residente	
Schiffornis turdinus	No dispon ble	Residente	
Progne subis	No dispon ble	Transitorio	
Progne chalybea	No dispon ble	Residente de verano	
Tachycineta bicolor	No dispon ble	Transitorio	
Tachycineta albilinea	No dispon ble	Residente	
Stelgidopteryx serripennis	No dispon ble	Residente de invierno	
Riparia	No dispon ble	Transitorio	

Especie	Abundancia	Estacionalidad	Notas
Hirundo pyrrhonota	No dispon ble	Transitorio	
Hirundo fulva	No dispon ble	Transitorio	
Hirundo rustica	No dispon ble	Transitorio	
Cyanocorax yncas	No dispon ble	Residente	
Cyanocorax morio	No dispon ble	Residente	
Cyanocorax yucatanicus	No dispon ble	Residente	
Campylorhynchus zonatus	No dispon ble	Residente	
Thryothorus maculipectus	No dispon ble	Residente	
Troglodytes aedon	No dispon ble	Residente	
Uropsila leucogastra	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Ramphocaenus melanurus	No dispon ble	Residente	
Polioptila caerulea	No dispon ble	Residente	
Polioptila plumbea	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Catharus fuscescens	No dispon ble	Transitorio	
Catharus minimus	No dispon ble	Transitorio	
Catharus ustulatus	No dispon ble	Transitorio	
Hylocichla mustelina	No dispon ble	Residente de invierno	Amenazado en Norteamérica.
Turdus grayi	No dispon ble	Residente	
Dumetella carolinensis	No dispon ble	Residente de invierno	
Melanoptila glabrirostris	No dispon ble	Residente	Considerada casi amenazada por BirdLife
Mimus gilvus	No dispon ble	Residente	
Bombycilla cedrorum	No dispon ble	Transitorio	
Vireo griseus	No dispon ble	Residente de invierno	
Vireo flavifrons	No dispon ble	Residente de invierno	Amenazado en Norteamérica
Vireo olivaceus	No dispon ble	Transitorio	Amenazado en Norteamérica.
Vireo flavoviridis	No dispon ble	Residente de verano	
Hylophilus decurtatus	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Vermivora pinus	No dispon ble	Residente de invierno	
Vermivora peregrina	No dispon ble	Transitorio	
Parula americana	No dispon ble	Residente de invierno	
Dendroica petechia	No dispon ble	Residente de invierno	
Dendroica pensylvanica	No dispon ble	Transitorio	
Dendroica magnolia	No dispon ble	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como rara.
Dendroica virens	No dispon ble	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como rara.
Agelaius phoeniceus	No dispon ble	Residente	
Sturnella magna	No dispon ble	Residente	
Dendroica dominica	No dispon ble	Residente de invierno	
Mniotilta varia	No dispon ble	Residente de invierno	Amenazado en Norteamérica.
Setophaga ruticilla	No dispon ble	Residente de invierno	
Protonotaria citrea	No dispon ble	Transitorio	
Helmitheros vermivorus	No dispon ble	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como rara.
Limnothlypis swainsonii	No dispon ble	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como en peligro.
Seiurus aurocapillus	No dispon ble	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como rara. Amenazado en Norteamérica.
Seiurus noveboracensis	No dispon ble	Residente de invierno	Incluida en la NOM-059 como rara.

Especie	Abundancia	Estacionalidad	Notas
Seiurus motacilla	No dispon ble	Transitorio	Incluida en la NOM -059 como rara.
Oporornis formosus	No dispon ble	Residente de invierno	
Geothlypis trichas	No dispon ble	Residente de invierno	
Geothlypis poliocephala	No dispon ble	Residente	
Wilsonia citrina	Muy abundante	Residente de invierno	Incluida en la NOM -059 como amenazado.
Icteria virens	No dispon ble	Residente de invierno	
Granatellus sallaei	No dispon ble	Residente	
Euphonia affinis	No dispon ble	Residente	
Euphonia hirundinacea	No dispon ble	Residente	
Thraupis episcopus	No dispon ble	Residente	
Thraupis abbas	No dispon ble	Residente	
Habia fuscicauda	No dispon ble	Residente	
Piranga roseogularis	No dispon ble	Residente	
Piranga rubra	No dispon ble	Residente de invierno	
Piranga olivacea	No dispon ble	Transitorio	Amenazado en Norteamérica.
Saltator coerulescens	No dispon ble	Residente	
Saltator atriceps	No dispon ble	Residente	
Caryothraustes poliogaster	No dispon ble	Residente	
Cardinalis	No dispon ble	Residente	
Pheucticus ludovicianus	No dispon ble	Residente de invierno	
Cyanocompsa cyanoides	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM -059 como rara.
Cyanocompsa parellina	No dispon ble	Residente	
Guiraca caerulea	No dispon ble	Residente de invierno	
Passerina cyanea	No dispon ble	Residente de invierno	
Passerina ciris	No dispon ble	Residente de invierno	
Arremonops rufivirgatus	No dispon ble	Residente	
Arremonops chloronotus	No dispon ble	Residente	
Volatinia jacarina	No dispon ble	Residente	
Sporophila torqueola	No dispon ble	Residente	
Oryzoborus funereus	No dispon ble	Residente	
Ammodramus savannarum	No dispon ble	Residente de invierno	
Dives	No dispon ble	Residente	
Quiscalus mexicanus	No dispon ble	Residente	
Molothrus aeneus	No dispon ble	Residente	
Icterus dominicensis	No dispon ble	Residente	
Icterus spurius	No dispon ble	Residente de invierno	
Icterus cucullatus	Muy abundante	Residente	Incluida en la NOM -059 como amenazado.
Icterus mesomelas	No dispon ble	Residente	
Icterus gularis	No dispon ble	Residente	
Icterus galbula	No dispon ble	Residente de invierno	
Amblycercus holosericeus	No dispon ble	Residente	
Psarocolius montezuma	No dispon ble	Residente	Incluida en la NOM-059 como rara.
Aratinga astec	No dispon ble	Residente	

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



Sitios Ramsar

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo a los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971[23].

En México, la Convención Ramsar fue aprobada por la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión el 20 de diciembre de 1984 y fue publicada en el Diario Oficial de la Federación los días 24 de enero y 18 de julio del año 1985.

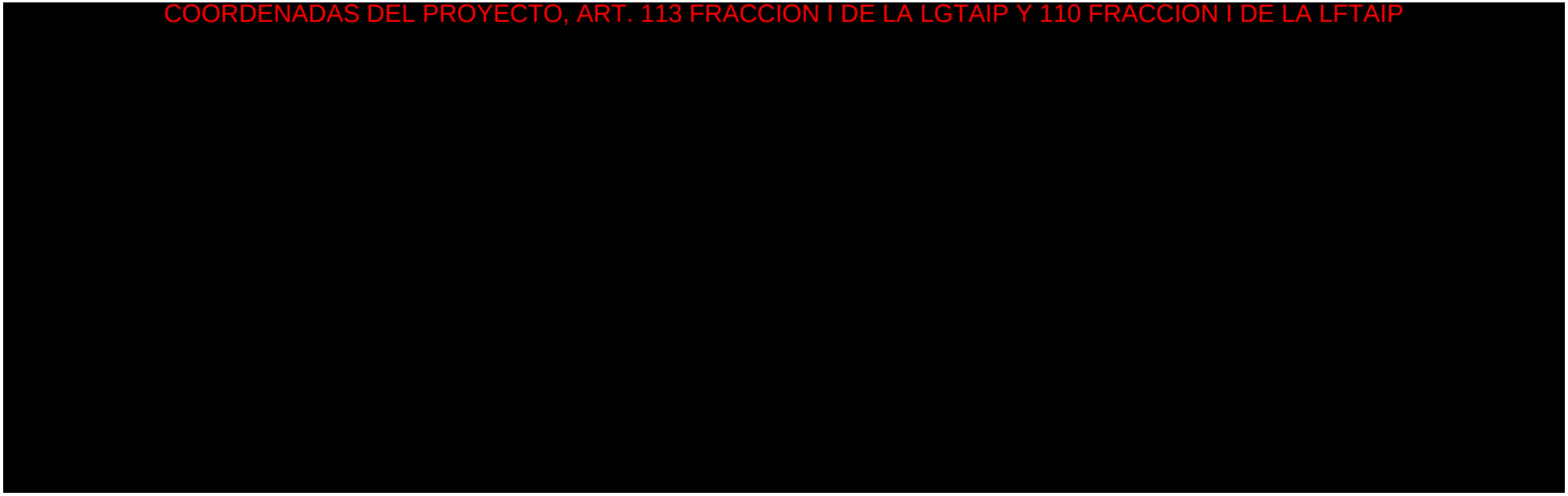
México tiene actualmente 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 8,657,057 hectáreas[24].

El proyecto cruza 3 sitio Ramsar:

- Reserva de la Biosfera Los Petenes
- Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sistema Lagunar Catazajá
- Anillos de cenotes de Yucatán

[23] https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sitios-ramsar
[24] https://www.ramsar.org/es/humedal/mexico

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



Anillos de cenotes de Yucatán[25]

Ubicación general: La Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sistema lagunar Catazajá El Municipio de Catazajá se ubica al noroeste del Estado de Chiapas en la sexta Región Económica (La Selva) perteneciente a la región fisiográfica de la llanura costera del Golfo Sur de México, acotada hacia el noroeste con la provincia de Yucatán y al sur con las Sierras de Chiapas y Guatemala. El Municipio colinda al norte con el estado de Tabasco y al sur con el municipio de Palenque. Catazajá cuenta con una superficie aproximada de 66,375 hectáreas (0.83% de la superficie Estatal y 0.032% Nacional).

El sistema lagunar al que pertenece Catazajá se ubica en la llanura costera del Golfo, siendo el terreno uniformemente plano. Se encuentra comprendido dentro de la Región Hidrológica N° 30 (RH30), en la cuenca Río Grijalva Usumacinta y en la subcuenca del mismo nombre.

Altitud: 20 msnm

Área: 41, 058.77 hectáreas

Descripción general del sitio: El área de estudio está se caracteriza por un relieve escaso con una altitud máxima de 250 m; así como la presencia de numerosas lagunas y zonas sujetas a inundación en la planicie, que desalojan el mayor volumen de la precipitación pluvial del país, su relieve es acumulativo de tipo fluvial, caracterizado por un tipo de drenaje anastomosado con meandros, brazos de ríos, crecidas. (IDESMAC, 2007), su clima cálido húmedo favoreció antaño el bosque tropical sin embargo hoy se presenta selvas medianas y sabanas, así como vegetación acuática. Debido a que Catazajá forma parte de la cuenca baja del Usumacinta en el municipio existen dos zonas inundables las cuales se subdividen en dos componentes 1) la llanura que se inunda estacionalmente, pero que permanece seca al menos durante una parte del año y 2) las aguas permanentes que quedan en la llanura durante la estación seca. El municipio cuenta con aproximadamente 49 lagunas las de mayor extensión son Laguna Grande de Catazajá, Pedernales, Herradura, Pantanal y el Viento las cuales permanecen conectadas al río Chico y a los arroyos Tintadillo Chico. Las lagunas disminuyen su nivel y las charcas desaparecen dejando al descubierto arroyos y grandes pastizales que son empleados para la agricultura y la ganadería. (IHNE, 2006). La importancia de este sitio se sustenta en que es sitio de alimentación, paso y crianza del Manatí (*Trichechus manatus*) especie considerada en peligro de extinción por la NOM 059 –SEMARNAT -2001 (2002), y como área de pesca ribereña para la población circundante.

Valores hidrológicos: El sistema lagunar está dentro de la región hidrológica 30 (RH30), en la cuenca del Río Grijalva Usumacinta y subcuenca Usumacinta El Río Usumacinta es el aporte principal asociado al sistema lagunar en estudio, con afluentes que corren en su mayor parte por la Selva Lacandona; nace en los Cuchumates en Guatemala y sirve de límite entre los países, tiene una cuenca de 61,390 kms2 y una extensión

[25] https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX2043RIS.pdf

de 800 km^2, 500 de ellos navegables. El Usumacinta se une con el Grijalva para desembocare en la Barra de Frontera Tabasco hacia el Golfo de México y una rama se une con los Río San Pedro y Candelaria que desembocan a la Laguna de Términos en Campeche. Sus afluentes son los ríos Lacantún, Jataté, Chacamáx, Lacanjá, Huitxijá, Salinas (INEGI, 1984). La extensión del sistema lagunar aumenta en la época de lluvias, alcanzando a inundar áreas colindantes de selva baja perennifolia, la laguna Catazajá tenía carácter de temporal en una parte de su extensión, sin embargo, se construyeron diques y eso obstruyo el intercambio y salida de agua. La conservación de este sistema lagunar tiene una importancia económica y ambiental, puesto que el embalse ofrece continuidad a la vegetación que depende de esa humedad, así como a la compleja cadena alimenticia.

Tipo de humedal dominante:

- O; Lagos permanentes de agua dulce. Son 7 lagunas permanentes siendo la de mayor extensión Catazajá, y Laguna Redonda con 937 ha y Bonschan con 838 ha respectivamente.
- El tipo M se encuentra caracterizado por los ríos Usumacinta con el principal proveedor de los afluentes que desembocan en las lagunas.
- El tipo N, esta caracterizado por los arroyos estacionales alrededor de las lagunas permanentes y en zonas que se ocupan como pastoreo de ganado.

Características ecológicas generales: Los impactos antrópicos en el sitio han reducido la vegetación original que se componía de Selva mediana subperennifolia y perennifolia, a manchones dispersos al oeste del municipio, en la actualidad predominan los pastizales inducidos y cultivados para la ganadería extensiva que se desarrolla en amplias superficies. Por lo general las comunidades vegetales están ligadas a medios acuáticos. En el municipio de Catazajá se pueden localizar los tulares cuya fisonomía está dada por monocotiledóneas de 1 a 3 metros de alto, de hojas angostas o bien carentes de órganos foliares. Estos vegetales están arraigados en el fondo poco profundo de cuerpos de agua de corriente lenta y estacionaria, tanto dulce como salobre. Las especies predominantes son *Typha* spp., *Scirpus* spp., y *Cyperus* spp. Desde el punto de vista socioeconómico los tulares son de interés comercial ya que los géneros de *Typha* y *Scirpus* se emplean como materia prima en la elaboración de juguetes, petates y otras artesanías, aunque también se utilizan para la construcción de albergues de aves acuáticas de interés cinegético, así mismo el palo de Tinto (*Haematoxylon campechianum*) es representativo de este tipo de hábitat.

Principales especies de flora:

- Selva mediana perennifolia. Este tipo de vegetación está representada por especies de *Quercus*, así como *Salix, Populus, Platanus*, y *Taxodium*. En lo que respecta a la composición florística de latitudes bajas, las pteridofitas, briofitas, coníferas y los hongos no están muy bien representados, sin embargo, son comunes las familias Rubiaceae, Orchidiaceae y Leguminosae. Frecuentemente este tipo de

vegetación se desarrolla sobre terrenos con drenajes rápidos y suelos someros en donde toleran cierta frecuencia de anegamiento.

- Selva alta subperennifolia o subdecidua. Algunas especies vegetales presentes en esta selva son el Cajpoquí (*Bumelia persímilis*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpun*), Hormiguillo (*Platymiscium dimorphandrum*), Capul o llora sangre (*Pteroparpus hayensi*), Patate (*Ginoria nudiflora*), Guayabillo (*Psidium sartoriano*), .Jabilla (*Hura polyandra*), Corazón bonito (*Poeppigya procera*), entre otras. Los terrenos sobre los que se forman no presentan aguas superficiales por su rápida filtración al subsuelo.
- Tulares. Las especies predominantes son *Typha* spp., *Scirpus* spp. y *Cyperus* spp. Estos vegetales están arraigados en el fondo poco profundo de cuerpos de agua de corriente lenta y estacionaria, tanto dulce como salobre.
- Sabanas. Son terrenos extensos y llanos cubiertos de vegetación herbácea, principalmente gramíneas, sin árboles o con árboles muy espaciados. Generalmente se desarrollan en suelos profundos y arcillosos con mal drenaje. Muchas sabanas están inundadas durante la época de lluvias, y en la época de sequía, el agua se encuentra muy profunda. Estas condiciones solamente son soportables por gramíneas especiales y por árboles bajos.
- Planicies del norte. Este tipo de vegetación está en estrecha relación con las sabanas, siendo la especie predominante el tintal (H*aematoxylon campechianu*m). Los tintales se desarrollan en terrenos llanos y cenagosos, sujetos a inundaciones periódicas (Gobierno del Estado de Chiapas, 2006).

Principales especies de fauna:

- Aves. Hasta ahora se reportan 134 especies de aves, pertenecientes a 15 órdenes y 39 familias, registradas en censos realizados en tres lagunas del Municipio principalmente. De esta lista, el 36% de los registros pertenecen a aves migratorias, principalmente Charadriiformes y Ciconiformes. De acuerdo a los criterios que describen a las especies en algún status de conservación, se encontró un total de 29 especies distribuidas en tres listas, la mayoría en la Norma Oficial Mexicana (NOM059-SEMARNAT-2001) y (CITES 2003) como el pato real (*Cairina moschata*) catalogada como en peligro de extinción.
- Mamíferos. En cuanto a mamíferos se han encontrado hasta ahora un total de 10 especies considerados en algún estatus de conservación, entre las que figuran el Manatí (*Trichechus manatus*), la nutria (*Lontra longicaudis*) y el saraguato (*Alouatta pigra*) de las cuales la primera y última están en peligro y la segunda tiene la categoría de amenazada de acuerdo a la NOM-059SEMARNAT-2001 y en el apartado I de CITES (2002). Tayra (*Eira barbara*) y el Oso Hormiguero (*Tamandua mexicana*) se encuentran catalogadas en Peligro de Extinción por la NOM-059SEMARNAT-2001 y la primera de ellas en el apartado III de CITES Este es un grupo que ha sido fuertemente impactado por las

actividades humanas, por lo que las poblaciones que aún sobreviven se encuentran en condiciones precarias.

- Reptiles. Para el caso de los reptiles, al igual que los mamíferos, es un grupo que ha sido afectado por la alteración de su hábitat, además de otras presiones como la cacería. Se registraron en total 10 especies, en las que figura la Iguana de ribera (*Iguana iguana)* y los quelonidos. En la NOM059-SEMARNAT 2001 aparece la Boa (*Boa constrictor*) como amenazada.

- Peces. Los peces es un grupo mejor conocido dentro del municipio, aun así, es poco el conocimiento que se tiene sobre estos. La Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca en el año 2000 citado por IDESMAC, 2007 reporta 13 especies de interés pesquero, dentro de las cuales se encuentran especies introducidas como la tilapia (*Sarothrodon niloticus*) y algunas especies de mojarra (*Cichlasoma* sp.), el róbalo (*Centropomus undecimalis*), sábalo *(Megalops atlanticus*), guavina (*Gobiomorus dormitor*), bagres (*Ictalurus meridionalis, Cathorops aguadulce* y *Potamarius nelsoni*), macabil (*Brycon guatemalensis*), pejelagarto (*Atractosteus tropicuss*) y la tenguayaca (*Petenia splendida*). Sin embargo, actualmente el 90% de la pesca es de la especie exótica tilapia, conocida localmente como carpa (*Oreochromis niloticus*).

Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

1. dentro del sitio Ramsar: En términos generales y empezando por los ecológicos la vida del sistema Lagunar cambió a raíz de la construcción de los diques por lo que permite la permanencia del agua en más tiempo. El grado de deterioro ambiental y la desaparición de especies tanto acuáticas como terrestres, han llevado al sistema a una crisis ambiental y por lo tanto está provocando una lucha social por los recursos existentes y una mayor presión sobre el sistema y sus recursos naturales (peces, aves, agua, tierra y entre otras). Principales factores adversos que afectan el sistema lagunar de Catazajá es el crecimiento demográfico acelerado, la falta de oportunidades de ingreso y empleo en zonas rurales, incremento en la contaminación, situación socio-política inestable en áreas con importante diversidad biológica, el comportamiento irresponsable de la población al consumir bienes y servicios no amigables ambientalmente o sin tomar en cuenta el impacto de sus actos, bajos niveles educativos de la población, el desarrollo del sector turismo con un enfoque exclusivamente económico que no ha tomado en cuenta el equilibrio ambiental del entorno. Cambios discriminados en el uso de suelo de antemano, el avance de la frontera agrícola pecuaria, la cual permite una mayor presión e impacto sobre los recursos naturales (IDESMAC 2007).

2. en la zona circundante: En la zona de amortiguamiento de los humedales los factores principales que afectan es la fuerte deforestación de la zona arbolada para la ganadería, agricultura y aprovechamiento forestal (IDESMAC 2007).

Reserva de la Biosfera Los Petenes[26]

Ubicación general: Se ubica en la zona costera Sureste de México, al occidente de la Península de Yucatán, particularmente abarca la costa Noroeste del Estado de Campeche. Sus límites son: al Norte la Reserva de la Biosfera de Celestún; al Oeste el Golfo de México y al Sur y Este un escarpe tectónico con expresión topográfica discontinua y orientación NE 30° en el estado de Campeche. Su porción terrestre se distribuye en parte de los Municipios de Calkiní, Hecelchakan, Tenabo y Campeche y la parte marina se localiza en la zona costera suroriental del Golfo de México y abarca hasta las 12 millas del Mar Patrimonial. Al sur de la reserva se localiza la Ciudad de Campeche, Capital del Estado del mismo nombre. El estado de Campeche tiene una población estimada de 650,000 habitantes y en el Municipio de Campeche se registraron en el censo del 2000 (INEGI, 2001) cerca de 220 mil habitantes.

Altitud: Las altitudes promedio no superan los 15 msnm y las inclinaciones del terreno son menores 5%.

Área: 282,857 hectáreas

Descripción general: La Reserva de la Biosfera Los Petenes forma parte de una planicie costera tropical, calcárea, con afloramientos de manto freático de una dimensión de 15 km de ancho y 100 km de longitud. Tiene una intensa dinámica con el mar por el drenaje subterráneo y la influencia mareal. Es básicamente una ciénega salina especial, de inundación constante, que permite la existencia de muy diversos tipos de humedales marinos y costeros. La característica más notable del Área Natural Protegida (ANP) es la presencia de “petenes” (islas de vegetación arbórea vigorosa asociada a manantiales u ojos de agua, que constituyen un hábitat crítico para la fauna silvestre. Estas islas forman asociaciones de vegetación, inmersas en una matriz de vegetación baja inundable, las cuales pueden estar constituidas por manglar, selva baja inundable, selva mediana o una mezcla de ellas). Los petenes más vigorosos y mejor conservados de la Península de Yucatán se localizan en esta Reserva. Otro ecosistema sobresaliente es el de los pastos marinos, presentes en la zona marina de la Reserva. Por área ocupada, es el mayor presente en el Golfo de México y Caribe mexicano, y es un ecosistema crítico para los recursos pesqueros de esta zona costera. El área incluye además de los petenes, otros valiosos ecosistemas críticos, como manglares del borde costero y ribereños - en esta zona se localiza la mayor población de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) presente en el Estado de Campeche - de áreas inundables, marismas, cenotes, humedales de tierras bajas de la planicie costera, y segmentos de selvas medianas con ejemplares de maderas preciosas. Son importantes para el descanso y alimentación de las aves migratorias provenientes de Canadá y los Estados Unidos. Este conjunto de

[26] https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1354RIS.pdf

humedales constituye la ciénega más extensa de la Península de Yucatán, debido a que el drenaje subterráneo de la Península es mayor en esta costa Oeste por la elevación del terreno y la inclinación de toda la plataforma yucateca hacia esta dirección. Su parte más profunda se localiza cercana al litoral, formando una laguna de poca profundidad, que hacía tierra firme se vuelve somera y pantanosa. A todo lo largo se encuentra salpicada de islas de vegetación de forma circular. Una importante característica de estas islas (Petenes), es la disponibilidad de agua que tienen a lo largo del año, ya que a través de los cenotes reciben un aporte continuo de este líquido proveniente de las corrientes subterráneas.

Valores hidrológicos: La zona se localiza en la región hidrológica No. 32 y pertenece a la cuenca hidrológica Yucatán norte. El acuífero es libre y se encuentra subexplotado. Se pueden identificar dos zonas de acuerdo a la carta hidrológica:

- Zona de terrenos bajos con acuíferos superficiales. Se identifican 3 subzonas: inundable la mayor parte del año con fuerte influencia marina y manglar de borde; intermedia hipersalina con inundaciones ocasionales y desprovista de vegetación; y la llanura inundable la mayor parte del año en donde se presentan resurgencias de agua dulce que determinan la presencia de los petenes.
- Zona de terrenos bajos con acuíferos someros. Presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5 %, con rápida infiltración del agua al subsuelo. Presenta permeabilidad secundaria debido a la disolución del carbonato de calcio, proceso que se manifiesta en las dolinas llamadas cenotes. La calidad del agua varía de tolerable a salada y su uso es doméstico. Las manifestaciones superficiales de la red hidrológica de la Península de Yucatán, como pueden ser afloramientos (cenotes), manantiales e infiltraciones conspicuas de agua dulce, producen localmente efectos atenuantes sobre la concentración salina de las aguas freáticas. La franja costera inundable alcanza unos 10 km de ancho en la parte norte y va disminuyendo hacia el sur hasta la ciudad de Campeche, donde desaparece.

Tipos dominantes de humedales:

Marinos costeros:

- (B). Lechos marinos submareales. En él se encuentran inmersas las praderas de pastos marinos más extensas y vigorosas registradas para el Golfo de México y Caribe mexicano. Es un humedal crítico para la protección, alimentación, crianza y crecimiento de la fauna acuática de esta región.
- Zk (a). Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos. Este humedal es clave en la caracterización ecológica de la Reserva. Su conformación propicia el desarrollo de los petenes, así como las zonas de surgencia en su porción marina. Constituye la principal zona de descarga subterránea de agua dulce en la costa norte del Estado de Campeche.
- (A). Aguas marinas someras y permanentes. Este humedal comprende más del 50% de la superficie total de la Reserva.

- (I). Humedales intermareales arbolados. En este humedal están incorporados el manglar de franja (marina y lagunar) y, el manglar de cuenca (de ciénega baja, chaparro, de cuenca alta y de Petén). Como característica sobresaliente se debe señalar que, dentro del manglar de cuenca alta presente en la región, se localiza un bosque de manglar compuesto básicamente de *Conocarpus erectus*, que es el de mayor superficie reportado para el Estado.
- (H). Pantanos y Esteros (zonas inundadas) intermareales. Este tipo de humedal es uno de los rasgos más distintivos en la porción norte y centro de la Reserva y ecológicamente es importante para la alimentación tanto de aves locales como migratorias.
- (E). Playas de arena o de guijarro. Este tipo de humedal costero se distribuye de forma intermitente a lo largo del litoral de la Reserva y aunque su ancho varía, es un área de descanso de aves marinas locales y migratorias.
- (J). Lagunas costeras salobres/saladas. De forma particular, este tipo de humedal costero es importante para una de las especies “bandera” de la región: el flamenco rosa mexicano (*Phoenicopterus ruber*) y como área de crianza y alimentación de recursos pesqueros de importancia comercial.

Continentales:

1. Zk (b). Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos. Este humedal es el grupo más característico de la región. Junto con la microtopografía, propicia el desarrollo de los Petenes, y se distribuye a todo lo largo de la Reserva en forma intermitente.
2. (Y). Manantiales de agua dulce, oasis. Este tipo de humedal queda inmerso dentro de los Petenes y constituye el factor determinante para el desarrollo vigoroso de la vegetación en ellos; es la principal fuente de abastecimiento de agua para la fauna silvestre de la región.
3. (Ss). Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes salinos/salobres/alcalinos. Estos humedales son importantes ya que influyen en la distribución de las aves residentes y migratorias y sus fuentes de alimentación.
4. (Sp). Pantanos/ esteros/charcas permanentes salinas/salobres/alcalinos. Cumplen la misma función del anterior, pero son menores en número y superficie. Se distribuyen en toda la extensión de la Reserva, disminuyendo de norte a sur.
5. (M). Ríos/ arroyos permanentes. Son arroyos asociados a los manantiales más expuestos. Un ejemplo es el arroyo asociado al Peten del Remate, ubicado en el límite norte de la Reserva y Río Verde al sur.

6. (N). Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares. Son pequeños y por las condiciones de vegetación son de difícil identificación, son muy escasos y los más importantes se localizan en la parte sur de la Reserva.

Artificiales:

1. Estanques de acuicultura. En la costa del municipio de Tenabo se localiza una granja camaronera de funcionamiento intermitente y con una ocupación parcial.

Características ecológicas generales: Los principales hábitats y tipos de vegetación de la RBLP son: bajos marinos cubiertos por pastos marinos, manglar chaparro; manglar de cuenca; pastizal inundable; petenes (con ejemplares de manglar, selva mediana subcaducifolia y de selva mediana subperennifolia/perennifolia); selva baja inundable; selva baja subcaducifolia; selva baja caducifolia; y blanquizales. Por la superficie ocupada, sobresalen los pastos marinos (*Thalassia testudinum* y *Ruppia maritima*), localizados en toda la parte marina de la reserva; el manglar de franja, distribuido en todo el litoral de la reserva; el manglar de cuenca, acentuado en la parte sur y centro de la reserva; y los petenes (con sus manantiales u ojos de agua), distribuidos en toda la reserva, aunque las mayores concentraciones se hallan en la porción sur y centro de la reserva. Asociados a estos hábitats y tipos de vegetación se centran las comunidades vegetales y animales principales (Plan de Manejo Los Petenes de Campeche, Anexos Florísticos y de Fauna, 1997). Su condición o estado de salud de los hábitats críticos es buena a excepción de los petenes que históricamente han sido y siguen siendo los hábitats más presionados por el hombre con actividades de caza y tala clandestinas permanentes. El valor ecológico funcional y de biodiversidad se muestra conforme a lo reportado por Correa et al. 1999 (in Mas et al. 2000), donde reporta que de 15 petenes trabajados, se registraron 191 especies de aves, de las cuales 137 se encuentran de forma normal en el hábitat forestal del peten y el resto fueron especies acuáticas o de amplio rango, y al correlacionar la riqueza específica de las aves con algunas características de los retenes, encontraron correlación positiva con respecto a: su tamaño ($r = 0.74$, $p = 0.01$), perímetro ($r = 0.71$, $p = 0.01$), su área interior (0.70, $p = 0.01$).

Principales especies de flora: Con respecto a los productores primarios, Pérez – Díaz, 1988 (en Yañez Arancibia et al, 1996) reporta 34 géneros que se distribuyen en: 2 de Cyanophycophyta, 3 de Pyrrophyta, 27 Bacillariophyta y 2 Clorophycophyta. Asimismo, los géneros *Coscinodiscus, Nitzschia, Pleurosigma, Striatella* y *Rhizosolenia* son considerados como representativos de la región, debido a las altas densidades y su amplia distribución espacio – temporal. La vegetación sumergida de pastos marinos en la plataforma continental de la Reserva está compuesta de *Thalassia testudinum, Halodule wrigth, Ruppia maritima y Siringodium filiform*e. Su significativa extensión le amerita el reconocimiento de la mayor superficie de pastos marinos del Golfo de México y Caribe mexicano. Los niveles de producción de biomasa de *Thalassia testudinum*, se reportan entre los más altos para el Golfo de México (1.8 a 12.7 gC/m2 por día). El Peten se define como el conjunto vegetal más importante de la región. Representa un substrato potencial para el desarrollo sustentable de la costa

norte del estado de Campeche. La lista florística de la región de los Petenes que está comprendida por 473 especies de plantas superiores, de 94 familias y 307 géneros, incluye 21 especies endémicas a la Península de Yucatán, 3 están amenazadas, 2 son raras y 5 cuentan con protección especial (manglares) y están incluidas en la Norma Oficial Mexicana para especies en riesgo. Las comunidades de manglar representan la mayor superficie de cobertura de los tipos de vegetación de la Reserva. Se localizan tanto en el borde o franja litoral (principalmente *Rhizophora mangle*) formando una franja de 150 m de ancho, como en tierra adentro. Sus componentes principales son: *Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. Esta última especie tiene la más alta población reportada para el estado de Campeche y probablemente para el Golfo de México y Caribe mexicano. Otras especies importantes son la caoba (*Swietwnia mahagoni*), el zapote (*Manilkara zapota*), el guano (*Sabal yapa*), el palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*), y el Puc te (*Bucida buseras*). Estas especies han contribuido a la creación de fuentes de empleo y desarrollo económico local.

Principales especies de fauna: Para la región de los Petenes, uno de los grupos relevantes lo constituyen las aves locales y migratorias. En la región existen al menos 295 especies de aves. De éstas, 160 son residentes, 111 son migratorias y 17 presentan poblaciones que tienen individuos residentes y migratorios. En cuanto a atención particular, 64 se encuentran señaladas en la Norma Oficial Mexicana en alguna categoría de protección. Los Petenes de Campeche, están funcionando como una alternativa a la perturbación tan intensa que han sufrido los flamencos en Ría Lagartos y Ría Celestún, en Yucatán. De acuerdo con lo reportado por Barrios et al. (1992), la región es de gran importancia para el ibis blanco *Eudocimus albus*, especie para la cual los autores reportan 6,500 individuos en febrero y 10,204 en julio. Las garzas ventriblancas también son abundantes.

La fauna acuática costera de los Petenes representa una fuente de recursos económicos para los pescadores campechanos. Peces como el mero (E*phinephelus mori*o), el huachinango (*Lutjanus campechanus*), y la sardina (*Sardinella anchovia*, *S. brasiliensis*) registran la más amplia distribución y abundancia en la región marina del Norte del Estado de Campeche. Del camarón, las poblaciones de la sonda de Campeche han sido tradicionalmente muy importantes en el contexto nacional. Destacan las poblaciones de camarón rosado frente a la región de los Petenes. La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata* P, CR, CITES - Ap I) se ha reportado presente en la zona de pastos marinos con poblaciones de juveniles. Finalmente, entre los moluscos, cabe resaltar la destacada importancia económica de la pesquería del pulpo (*Octopus maya*), que genera una derrama de millones de dólares al año. Esta especie es endémica de la Península de Yucatán y es un habitante del litoral adyacente a la Reserva. Como especie de valor comercial para las pesquerías sobresale el camarón rosado (*Farfantapenaeus duorarum*).

La fauna terrestre incluye al menos 3 especies de anfibios, 30 de reptiles, y 79 de mamíferos; de estas últimas, 12 son especies endémicas, 15 están en peligro de extinción, 7 están amenazadas, y 2corresponden a especies con protección especial. Muchas de estas especies son de valor comercial. Entre las especies

silvestres de mamíferos más comunes de los Petenes se han reportado: ocelote, jaguar, jaguarundi, jabalí, tepezcuintle, venado cola blanca, agutí y zorra gris, sin mencionar a varias especies de murciélagos y diversos tipos de roedores.

Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo: (a)dentro del sitio Ramsar: La pesca sin planeación, particularmente la del pulpo, la caza deportiva ilegal y la tala ilegal. La falta de implantación del programa de manejo de la RBLP y, en consecuencia, la falta de presupuesto que ayude a iniciar acciones en pro de la RBLP. La indefinición y la falta de voluntad política de las autoridades de los tres niveles de gobierno involucradas, ya que esta reserva tiene 7 años de haber sido decretada (primero en 1996 a nivel estatal y luego en 1999 a nivel federal) y lo único que se hace es un poco de vigilancia. Otro factor es el desconocimiento y la no incorporación de la RBLP y su programa de manejo en los programas de estatales y municipales de desarrollo, por lo que cada cambio de administración, desde 1996, ha ofrecido ciertos riesgos para la RBLP.

Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sistema Lagunar Catazajá[27]

Ubicación general: El Anillo de Cenotes, tiene aproximadamente 5 kilómetros de ancho con un radio de 90 km (180 km de diámetro) cuyo centro cae en la localidad de Chicxulub Puerto (municipio de Progreso), ha mostrado ser una zona de alta permeabilidad cuyo flujo de agua subterránea se presenta del sureste hacia el noroeste (Escolero et al. 2003). Parte del perímetro del Anillo de Cenotes se encuentra en tierra continental, abarcando 27 municipios (de este a oeste) del Estado de Yucatán: Celestún, Umán, Abalá, Chocholá, Maxcanú, Kopomá, Opichén, Muna, Chapab, Sacalum, Tecoh, Tekit, Cuzamá, Homún, Huhí, Kantunil, Izamal, Dzoncahuich, Tekal de Venegas, Quintana Roo, Sotuta, Sudzal, Tunkás, Cenotillo, Buctzotz, Dzilam González y Dzilam de Bravo.

Altitud: La altitud media es de 13 msnm, con una mínima de 2 msnm (Dzilam de Bravo) hasta la máxima de 27 msnm (Chapab).

Área: El área individual de cada uno de los 99 cenotes designados como prioritarios dentro de este sitio Ramsar, comprende aproximadamente 9 hectáreas, lo cual en conjunto hace un total de 891 hectáreas, que constituye la superficie total del sitio Ramsar.

Descripción general del sitio: El Anillo de Cenotes (Escolero et al. 2003), es una zona de alta permeabilidad cuyo flujo de agua subterránea se presenta del sureste hacia el noroeste. El “anillo de cenotes”, es un sistema hidrológico único en México y el mundo, producto del impacto de un gran meteoro que al fracturar las capas superficiales de la corteza terrestre propició esta alineación anular de afloramientos del manto freático. El anillo de cenotes conforma una red cavernosa muy compleja, que actúa como un vertedero y línea de

[27] https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1765RIS.pdf

conducción de grandes masas de agua. De acuerdo a Hall (1936), los cenotes presentan paredes verticales, que tienen una gran abertura superficial (de caída libre) y cenotes tipo aguada, que consisten en grandes cavidades con aguas fangosas que conducen a charcas someras (a flor de tierra). Son sitio de descanso en la ruta de diversas aves acuáticas durante sus migraciones al sur del continente. Presentan endemismos de peces de agua dulce y de anfibios de la región.

Valores hidrológicos: Se reitera la importancia del Anillo de Cenotes como la zona de captación para el Acuífero Península de Yucatán, además de ser la fuente de agua dulce utilizada por la fauna que se distribuye en el Estado de Yucatán, y por su importancia como sitio de descanso en la ruta de diversas aves acuáticas durante sus migraciones al sur del continente, aunado a su enorme contenido de endemismos de peces de agua dulce y de anfibios de la región. Alrededor de la mayoría de los cenotes enlistados el uso del agua proveniente de los cenotes cumple con tres usos principales: abrevaderos para la ganadería, como fuente para riego de cultivos agrícolas, en su mayoría tipo milpa, como para consumo humano, cuando es extraída de pozos cercanos al cenote o del cenote mismo.

Características ecológicas generales: En los cenotes habita una gran diversidad de especies. Por su relativo aislamiento, su historia geológica y características geográficas, muchos de los organismos que viven en ellos son endémicos. Se reconoce que un considerable porcentaje de las especies características de los cenotes son de origen marino, e invadieron el ambiente de las aguas continentales por los conductos subterráneos. Existe una gran variedad de estructuras tróficas de composición fitoplanctónica que va desde los dominados por cianobacterias y clorofíceas hasta las criptoficeas y diatomeas. Desde cenotes oligotróficos hasta los distróficos. Asociados a los cenotes viven especies que no son precisamente acuáticas. Insectos, reptiles, aves y mamíferos se acercan a la fuente de agua y mantienen una relación con ella. Son oasis de los territorios yucatecos.

Principales especies de flora: Predominan especies de selvas medianas subperennifolias y sabanas inundables: *Alseis yucatanensis, Clusia salvinii, Lonchocarpus castilloi, Matayba oppositifolia, Cladium jamaicensis, Eleocharis cellulosa, Sagitaria lancifolia, Phragmites australis* (carrizo) y *Typha dominguensis* (tule) (Olmsted, Durán, 1990). Endemismos de plantas *Acacia gaumeri, Cephalocereus gaumeri, Coccothrinax readii, Enriquebeltrania crenatifolia, Exostema caribaeum, Eragrostis yucatana, Mammillaria gaumeri, Matelea yucatanensis, Spermacoce confusa, Pseudophoenix sargentii*; de anfípodos *Mayaweckelia cenoticola*. Otras especies amenazadas de plantas son la agavácea *Beaucarnea pliabilis*, la boraginácea siricote *Cordia dodecandra*, las palmas *Pseudophoenix sargentii, Sabal gretheriae, Thrinax radiata* y la orquidácea Rhyncholaelia digbyana

Principales especies de fauna: Entre los invertebrados podemos encontrar moluscos (*Drymaeus cucullus, D. multilineatus, Polygra cereolus carpentereana*); copépodos *(Arctodiaptomus dorsalis, Diacyclops sp., Macrocyclops albidus, Mastigodiaptomus albuquerquensis*); decápodos: (*Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*); etc.

En cuanto a la ictiofauna tenemos a la dama blanca ciega o pez ciego de los cenotes (peces de agua dulce *Ogilbia pearsei*) ubicados en cuevas y túneles asociados a cenotes del centro-noroeste del Estado de Yucatán y del centro de Quintana Roo. Se trata de una especie endémica para la península de Yucatán (Schmitter-Soto, 2006), además de estar considerada en la Lista Roja de la UICN como VU D2: vulnerable por población restringida en área o número de localidades.

El *Ophisternon infernale* anguila ciega yucateca, se encuentra en Cuevas y cenotes del centro-noroeste del Estado de Yucatán. Categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001 en peligro de extinción. Aparece igual en la Lista Roja de la UICN como A1ac+2c, B1+2c: en peligro por reducción poblacional real o potencial del 50% en 10 años y en la clasificación como E: en peligro inminente de extinción en todo su ámbito de distribución o una parte sustancial del mismo por la American Fisheries Society list of vulnerable, threatened, and endangered freshwater and diadromous fishes of North America (Mexico, Canada, and the United States).

Poecilia velifera, Topote de aleta grande, moli de vela, moli de Yucatán en la NOM-059-SEMARNAT-2001 tiene categoría de [A] amenazada y la American Fisheries Society list of vulnerable, threatened, and endangered freshwater and diadromous fishes of North America (Mexico, Canada, and the United States) la considera como V, vulnerable: una especie en riesgo inminente de volverse amenazada o en peligro por alteraciones relativamente menores de su hábitat (Schmitter-Soto, 2006).

Entre los anfibios podemos mencionar a la salamandra lengua hongueada (*Bolitoglossa yucatana*) (Pr) endémica, al sapo verrugoso (*Bufo marinus*), sapo común (*B. valliceps, Phrynohyas venulosa*),ranita de Stauffer (*Scinax staufferi*), rana trepadora (*Smilisca baudinii, Tripion petasatus*), el sapo de lengua larga (*Rhynophrynus dorsalis*) (Pr) y la rana leopardo (*Lithobates berlandieri*) (Pr). Reptiles como la tortuga casquito (*Kinosternon scorpioides*) (Pr) la tortuga de monte mojina(*Rhinoclemmys areolata*) (A), tortuga de Caja de Yucatán (*Terrapene carolina yucatana*) (Pr) (e), las lagartijas chipojo (*Anolis lemurinus, Anolis rodriguezii* y *Norops sagraei*), la iguana rayada o tolok (*Ctenosaura similis*) (A); la cuija yucateca (*Coleonyx elegans*) (A),la Boa (*Boa constrictor*) (A CITES I), culebra cordelilla yucateca (*Imantodes tenuissimus*) (Pr endémica), culebra real coralillo (*Lampropeltis triangulum*) (A), la bejuquillo rasera (*Leptophis mexicanus*) (A), el coralillo verdadero (*Micrurus diastema*), la nauyaca (*Bothrops asper*), la culebra ranera (*Drymobius margaritiferus*) y la culebra ratonera (*Elaphe triaspis*), entre las más comunes. También encontramos al cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) (Pr).

Aves: Considerando las protegidas por normas nacionales e internacionales, además de su estado migratorio (M) o residente de la región (R), mencionaremos algunas de las aves presentes incluyendo a las aves acuáticas: *Anas acuta* Pato golondrino (M) (CITES III); *Accipiter striatus* Gavilán pecho rufo (Pr) (M) (CITES II); *Buteo albonotatus* Aguilila aura (Pr) (M); *Dendroica coronata* Chipe coronado (A) (M); *Anas discors* Cerceta ala azul (M); *Aythya collaris* Pato pico anillado (M); *Fullica americana* Gallareta americana (M); *Cairina moschata* Pato real (P) (R) (CITES III); *Geranospiza caerulescens* Gavilán zancón (A) (R) (CITES II);

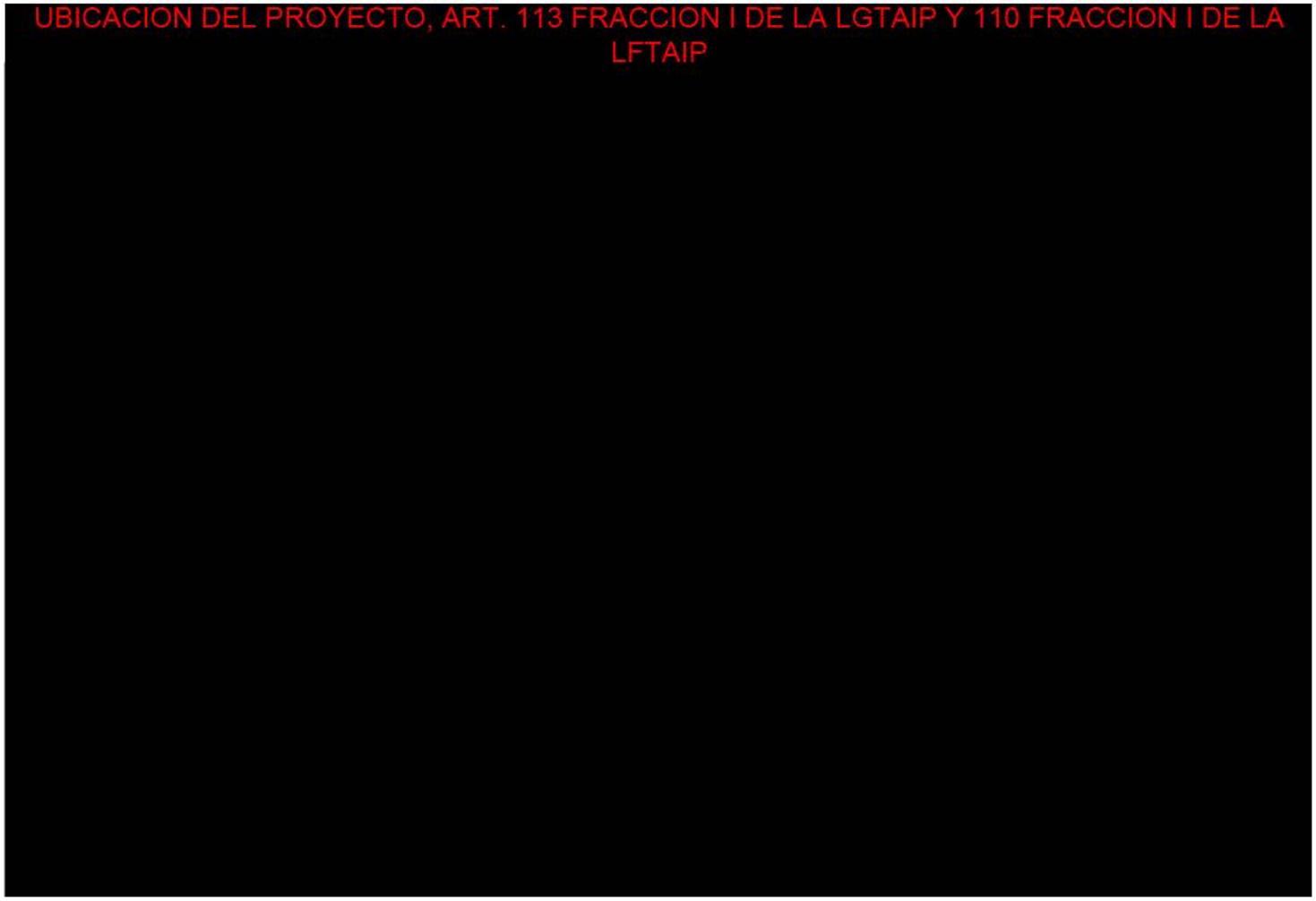
Buteogallus urubitinga Aguililla negra mayor (Pr) (R) (CITES II); *Micrastur semitorquatus* Halcón selvático de collar (Pr) (R) (CITES I); *Otus guatemalae* Tecolote vermiculado (R) (CITES II); *Heliornis fulica* Pájaro cantil (Pr) (R). Y las endémicas (e): *Stelgidopteryx ridgwayi* Golondrina yucateca (e); *Cyanocorax yucatanicus* Chara yucateca (e); *Melanoptila glabirostris* Maullador negro (e); *Amazona xantholora* Loro yucateco (e) (Pr) (R) (CITES II); *Nyctiphrynus yucatanicus* Tapacamino yucateco (e); *Meleagris ocellata* Guajolote ocelado (A) (e); *Colinus nigrogularis* Codorniz yucateca (e); *Caprimulgus badius* Tapacamino huil (e); *Melanerpes pygmaeus* Carpintero yucateco (e); *Myiarchus yucatanenses* Papamoscas yucateco (e).

Mamíferos: Según Escalante y colaboradores (2002), para el Estado de Yucatán se tienen contempladas 91 especies de mamíferos terrestres, entre las que se pueden considerar: el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el pecarí de collar (*Pecari tajacu*), el conejo (*Sylvilagus floridanus*), el tejón (*Nasua narica*), el tepezcuintle (*Agouti paca*), al mapache(Procyon lotor),mono araña (*Ateles geoffroyi*) (P), y ardilla (*Sciurus yucatanensis*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), cereque *Dasyprocta punctata*, temazate *Mazama americana*, cacomixtle tropical *Bassariscus sumichrastri* (Pr), *Dasyprocta mexicana, Eira barbara* (P), la martucha o kinkajou *Potos flavus* (Pr), el mapache Procyon lotor. El saraguato negro *Alouatta pigra*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el tejón *Nasua narica*, el jaguar *Panthera onca*., jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, el coyote *Canis latrans*.

Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

a) dentro del sitio Ramsar: Los factores adversos son la introducción accidental de especies exóticas, las alteraciones del medio debido a la atracción turística, ya que en muchos casos se instalan luces permanentes, que alteran totalmente el medio oscuro en el que acostumbraban a vivir los organismos. También la extracción de grandes volúmenes de agua para complejos turísticos. La utilización de los cenotes y aguadas como abrevaderos de ganado doméstico van creando contaminación en las aguas, aumentando la presencia de coliformes y degradando la calidad del agua.

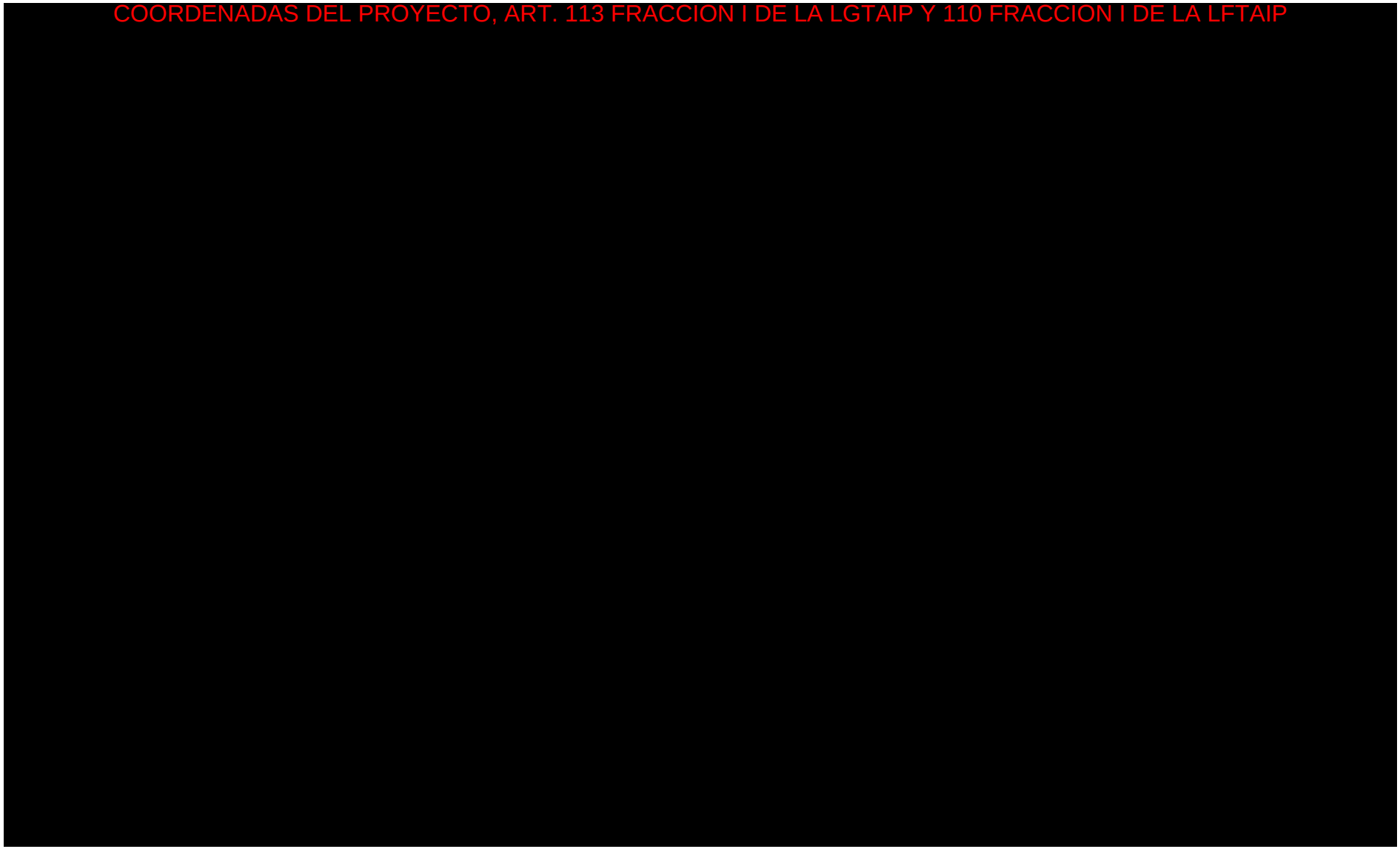
b) en la zona circundante: La deforestación, la fragmentación del hábitat, la ganadería en las zonas circundantes puede deteriorar la calidad del ambiente, que rodea a los cenotes. Así como el arrastre de fuentes de contaminantes de criaderos de ganado y concentraciones de fertilizantes, insecticidas y plaguicidas usados en la agricultura.


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

Usos de suelo.

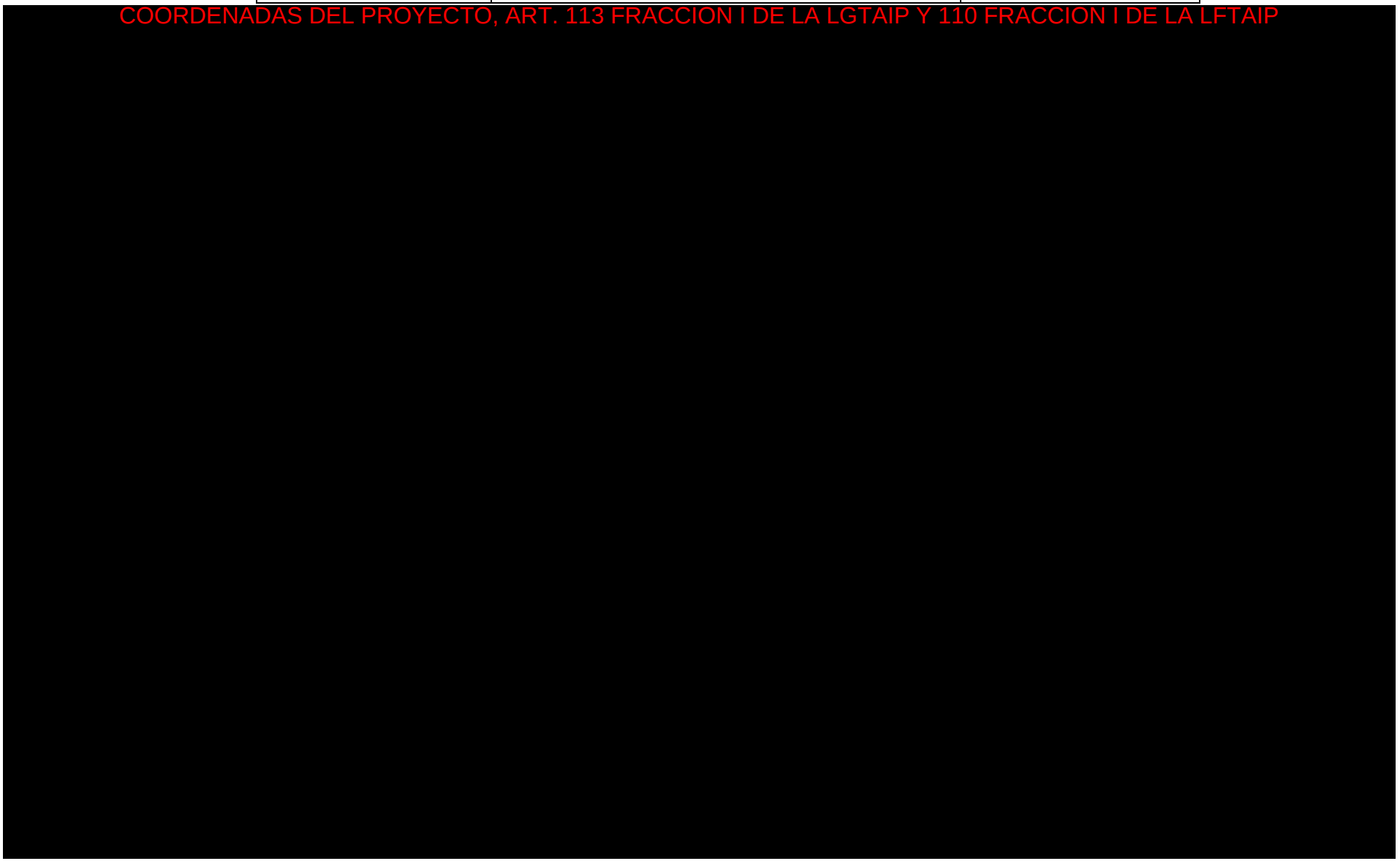
Para el desarrollo de esta sección se realizó un análisis con el Sistema de Información Geográfica ArcGis Pro 2.6, utilizando la información del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI, desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017a), y en la información obtenida en los recorridos en el sitio del proyecto. Los tipos de uso del suelo que se encuentra dentro del buffer de 800 m a cada lado de la infraestructura del proyecto se señalan en la siguiente tabla.

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

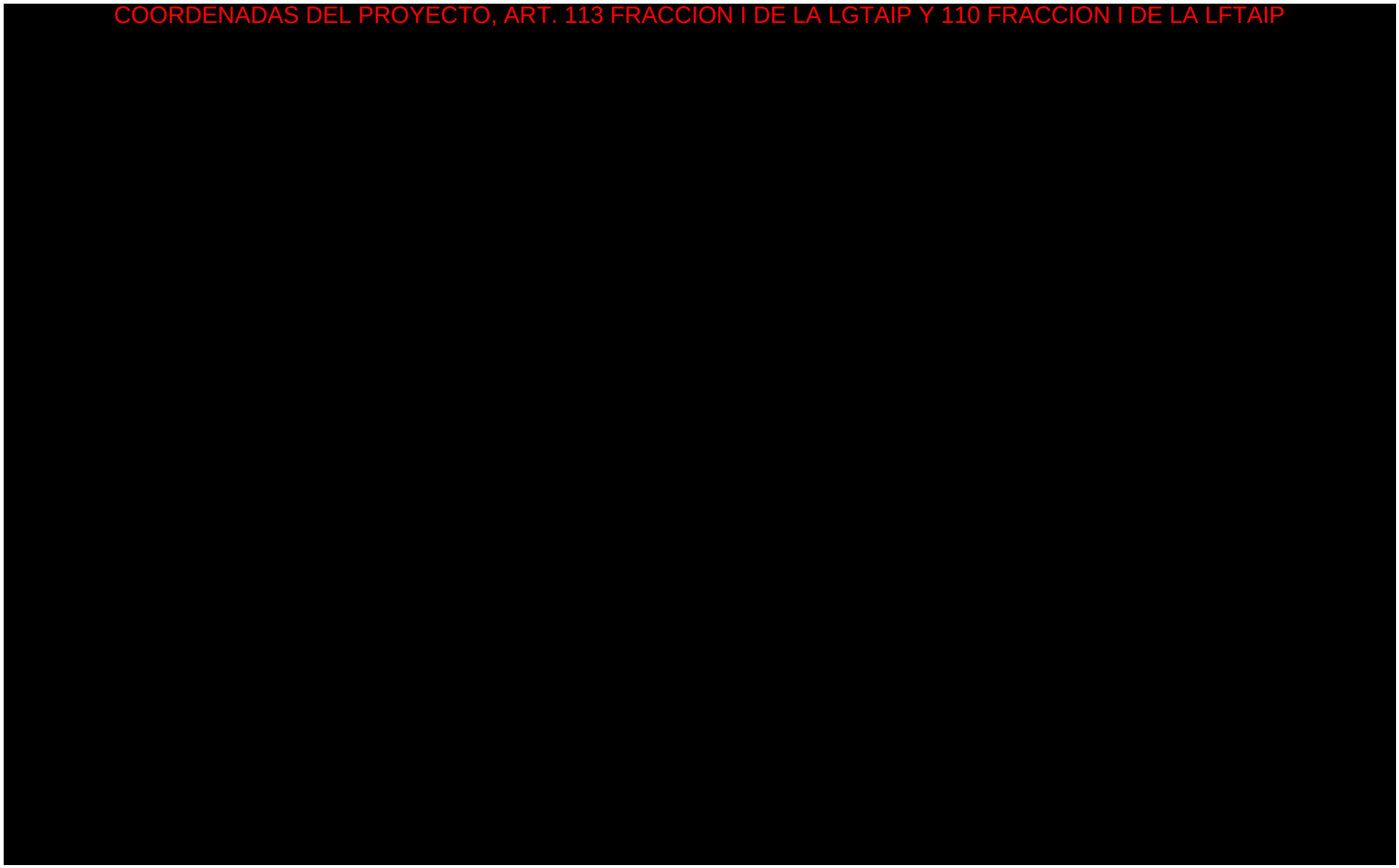


Tipo de uso del suelo	Ducto	Diámetro	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Tipo (Proximidad / Cruzamiento)	Para proximidades, distancia promedio al ducto (m)	Latitud inicial de la proximidad o cruzamiento	Longitud inicial de la proximidad o cruzamiento	Latitud final de la proximidad o cruzamiento	Longitud final de la proximidad o cruzamiento
Pecuario	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 48' 38.65293493"N	093° 02' 49.43076766"W	17° 48' 14.83263074"N	093° 01' 10.70351216"W
Río	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 48' 14.83263074"N	093° 01' 10.70351216"W	17° 48' 14.54314761"N	093° 01' 10.12417357"W
Pecuario	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 48' 14.54314761"N	093° 01' 10.12417357"W	17° 47' 59.92254319"N	092° 59' 34.60227344"W
Vegetación secundaria	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 47' 59.92254319"N	092° 59' 34.60227344"W	17° 47' 54.22976773"N	092° 59' 14.71338939"W
Agrícola	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 47' 54.22976773"N	092° 59' 14.71338939"W	17° 47' 54.07476310"N	092° 59' 14.29262970"W
Vegetación secundaria	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 47' 54.07476310"N	092° 59' 14.29262970"W	17° 47' 43.99198340"N	092° 58' 48.23530150"W
Agrícola	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 47' 43.99198340"N	092° 58' 48.23530150"W	17° 47' 29.03555990"N	092° 58' 27.07724562"W
Pecuario	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 47' 29.03555990"N	092° 58' 27.07724562"W	17° 47' 03.54171272"N	092° 58' 21.17319351"W
Agrícola	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 47' 03.54171272"N	092° 58' 21.17319351"W	17° 46' 56.30582258"N	092° 58' 17.74241012"W
Cuerpo de agua	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 46' 56.30582258"N	092° 58' 17.74241012"W	17° 46' 43.47234769"N	092° 58' 11.65499236"W
Agrícola	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 46' 43.47234769"N	092° 58' 11.65499236"W	17° 46' 34.04654002"N	092° 58' 07.22708602"W
Pecuario	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 46' 34.04654002"N	092° 58' 07.22708602"W	17° 46' 34.04327656"N	092° 58' 07.22567768"W
Cuerpo de agua	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 46' 34.04327656"N	092° 58' 07.22567768"W	17° 46' 32.83150665"N	092° 58' 06.60389146"W
Agrícola	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 46' 32.83150665"N	092° 58' 06.60389146"W	17° 46' 18.71075873"N	092° 57' 54.95482910"W
Agrícola	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 46' 18.71075873"N	092° 57' 54.95482910"W	17° 46' 18.21842632"N	092° 57' 54.40772366"W
Cuerpo de agua	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 46' 18.21842632"N	092° 57' 54.40772366"W	17° 46' 16.05498231"N	092° 57' 51.72047492"W
Pecuario	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 46' 16.05498231"N	092° 57' 51.72047492"W	17° 46' 13.06952198"N	092° 57' 46.82666760"W
Cuerpo de agua	Sección II	30	NA	Cruzamiento	0	17° 46' 13.06952198"N	092° 57' 46.82666760"W	17° 46' 12.51377873"N	092° 57' 45.89900000"W

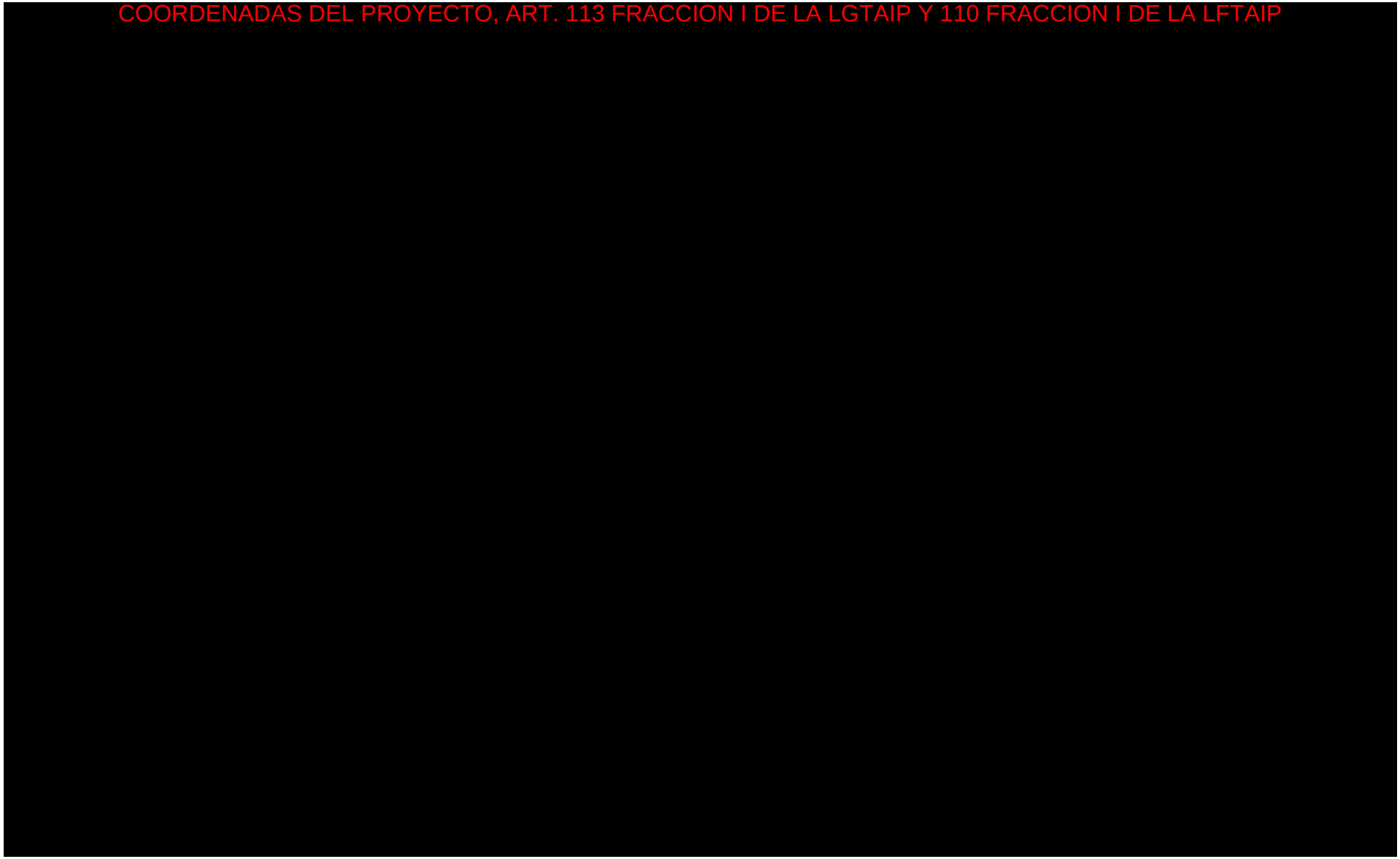
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



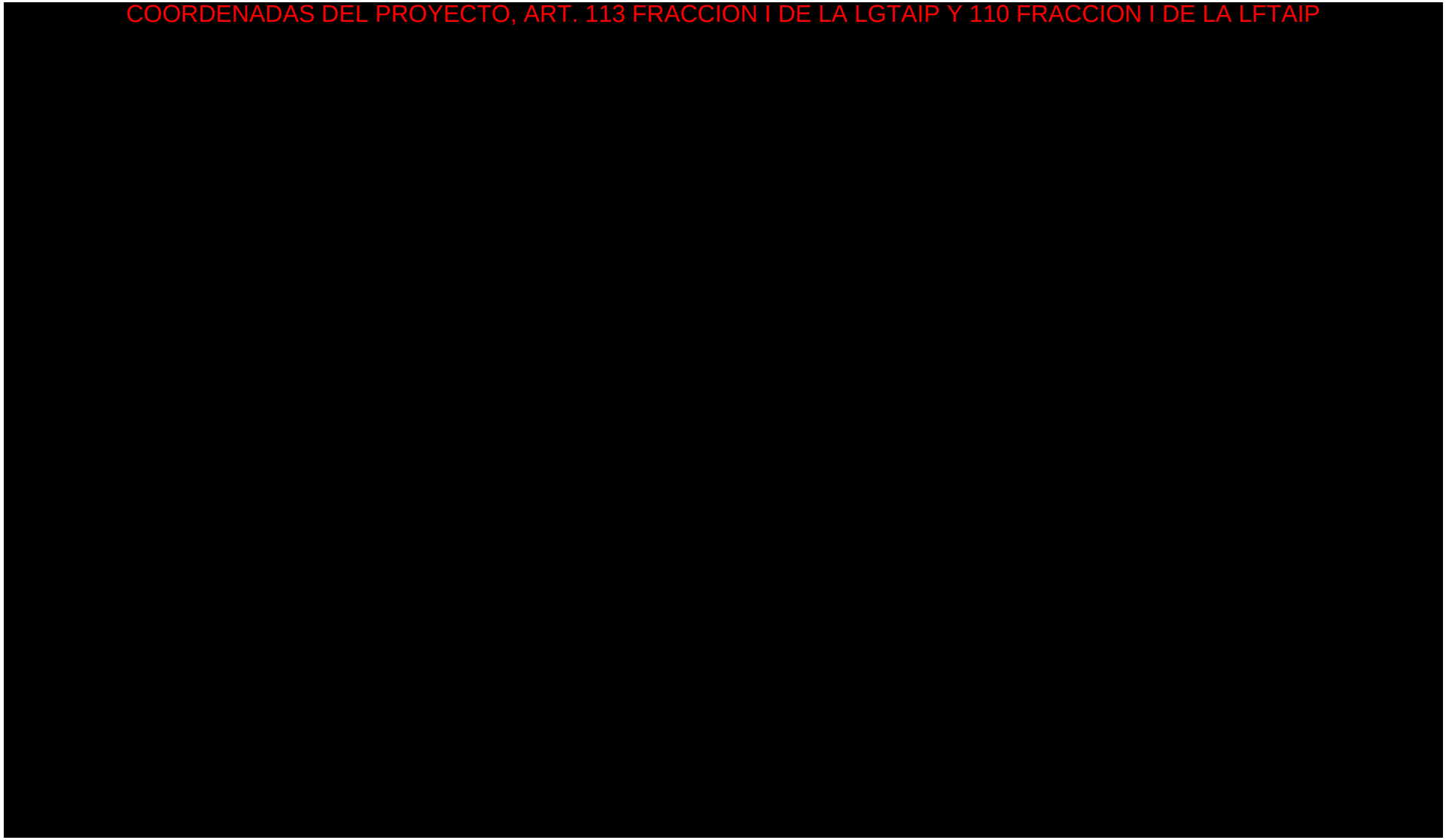
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



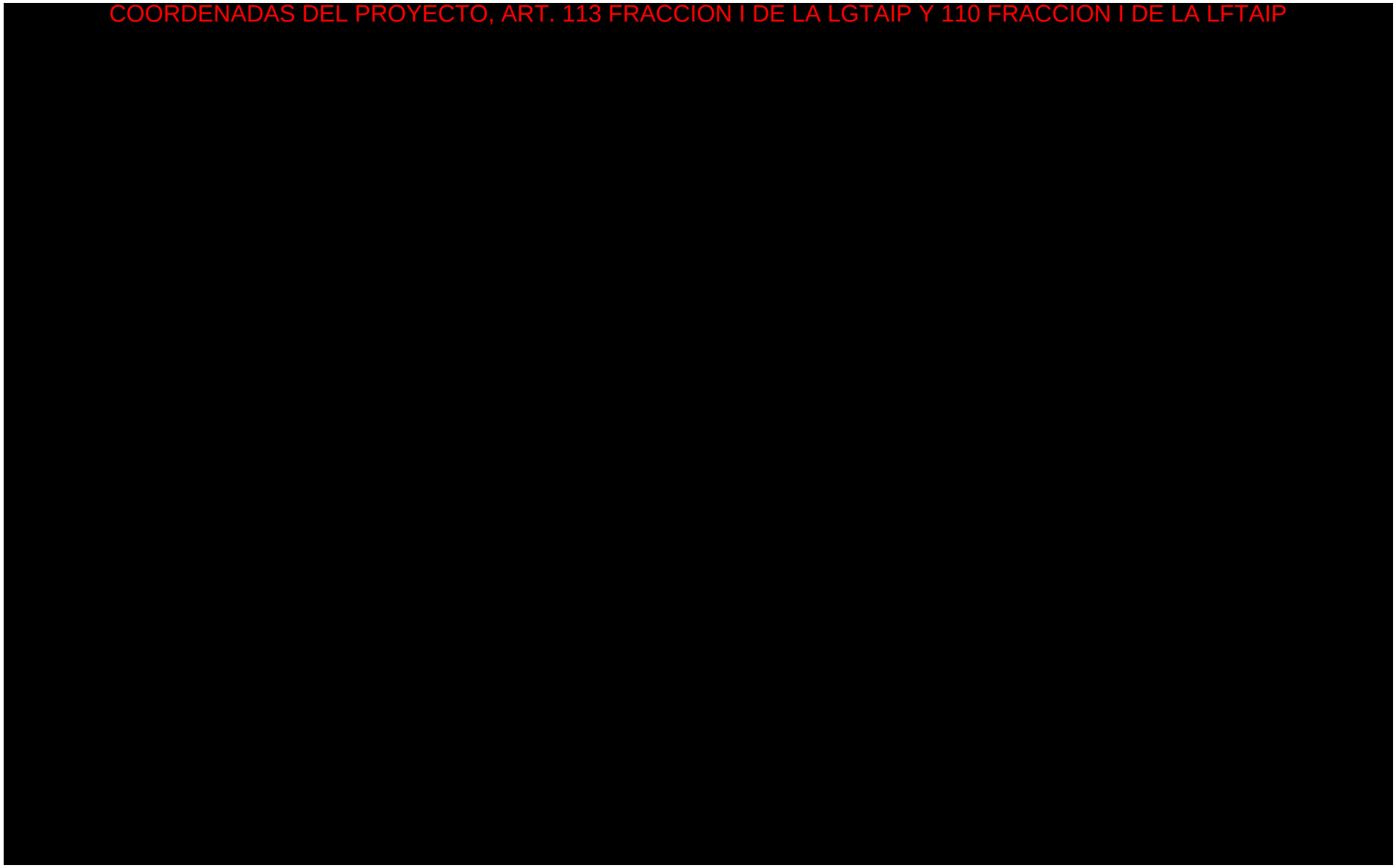
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



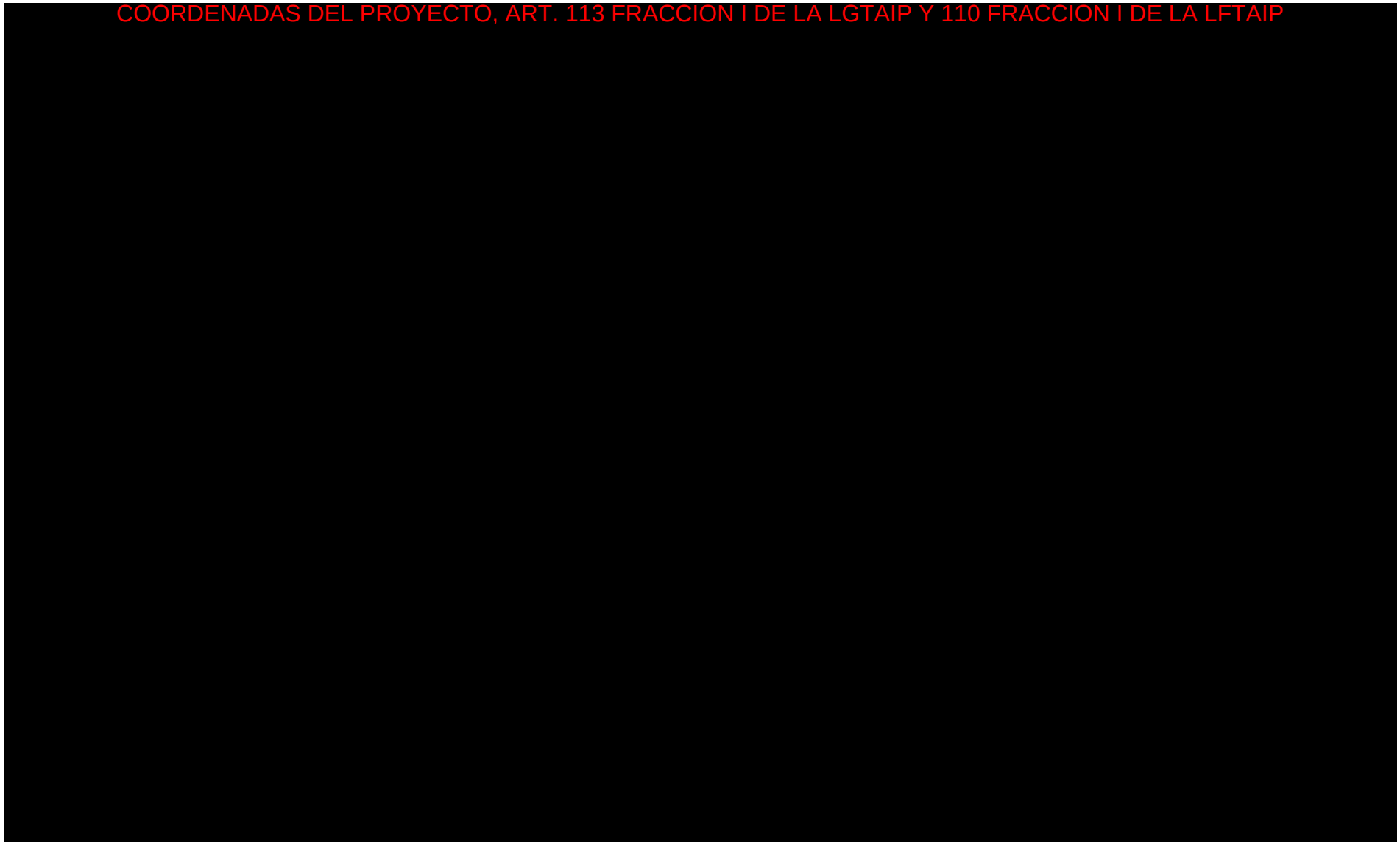
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



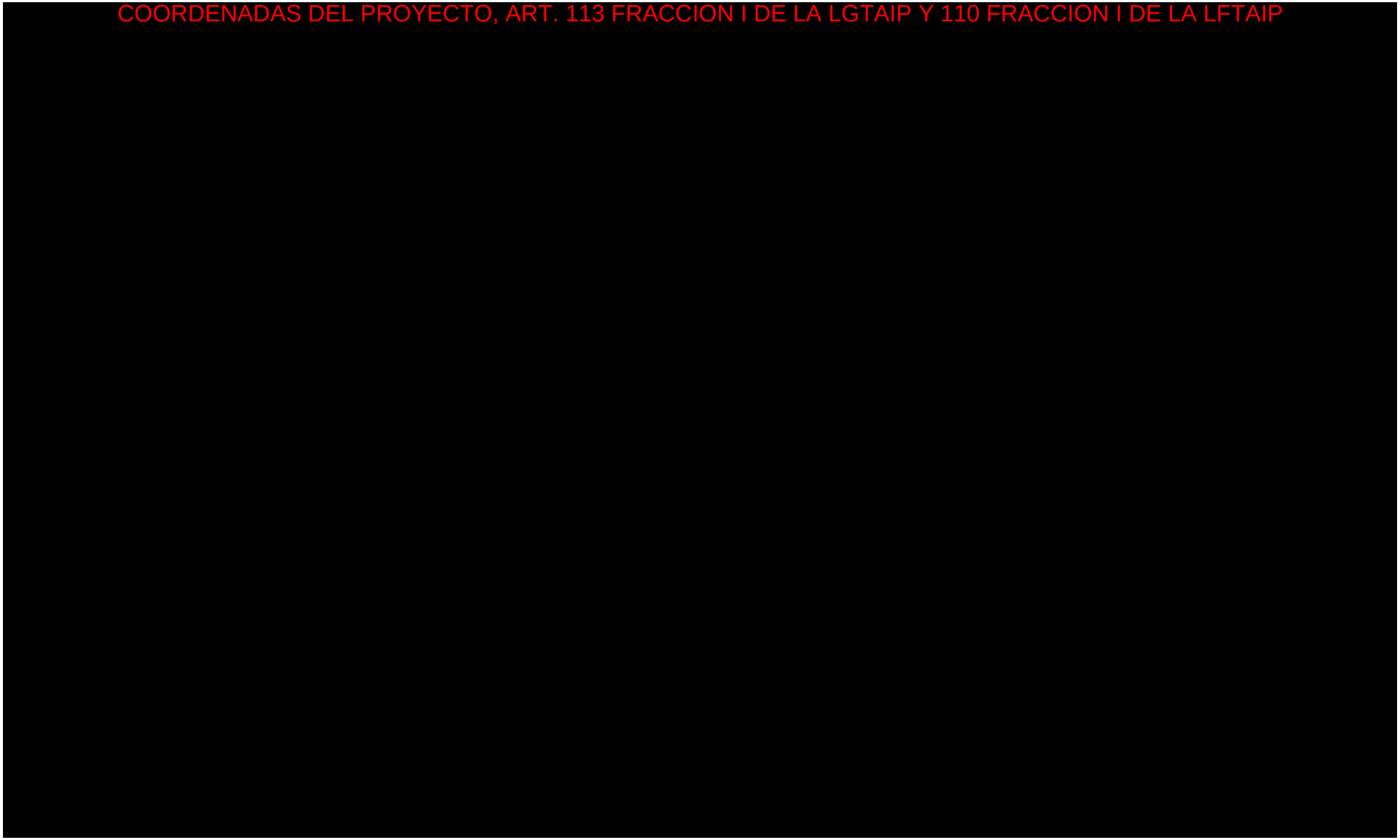
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



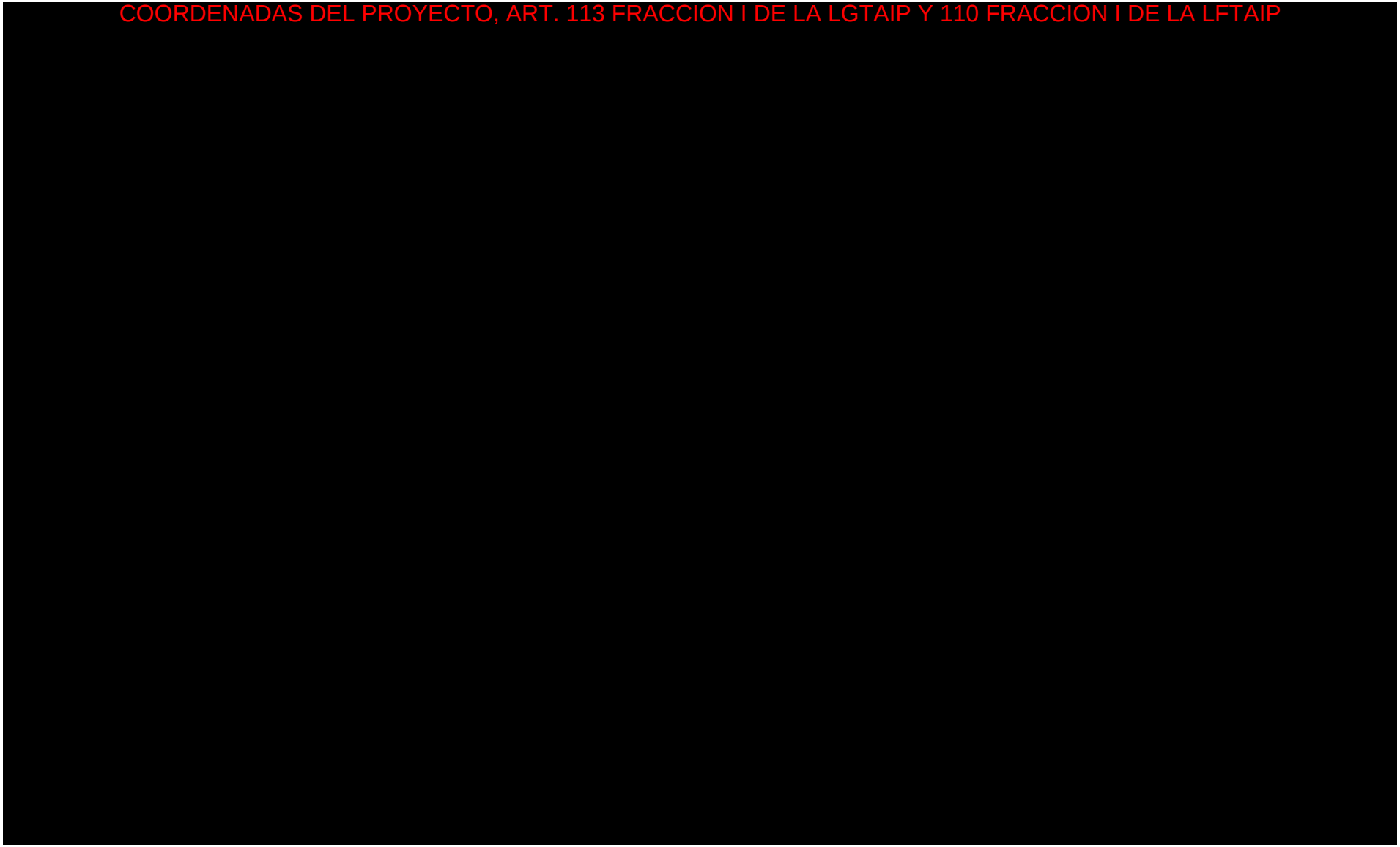
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



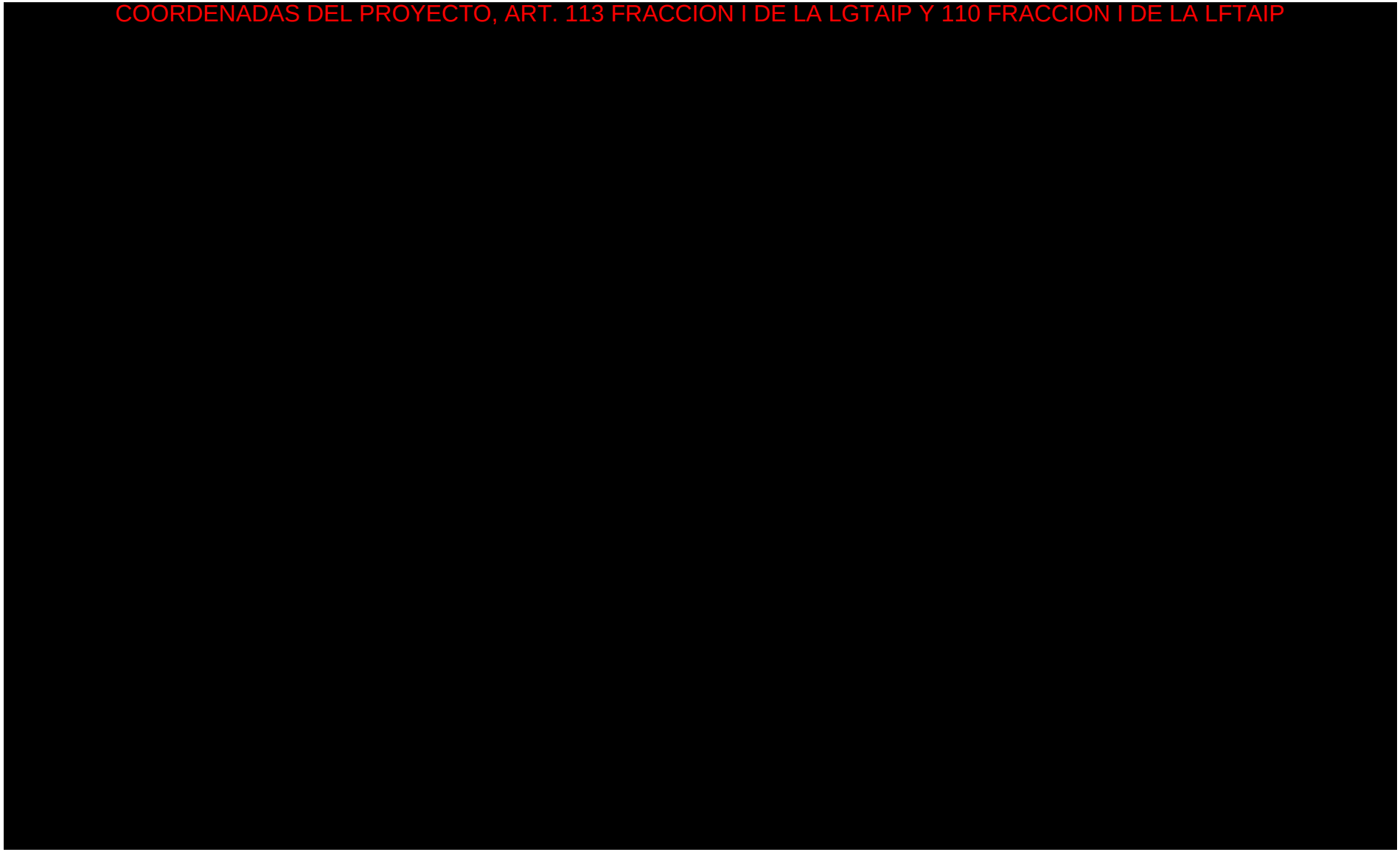
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



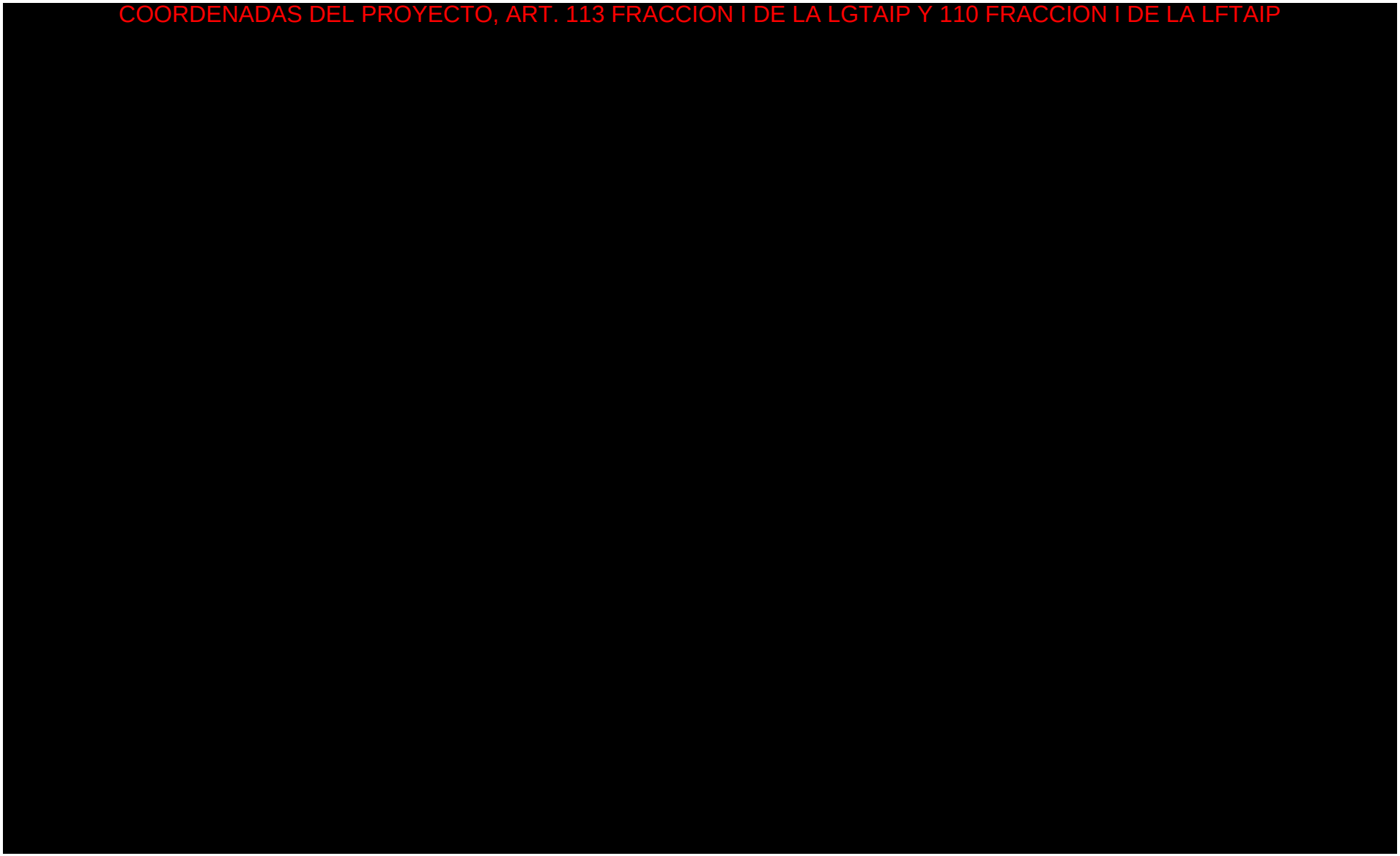
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



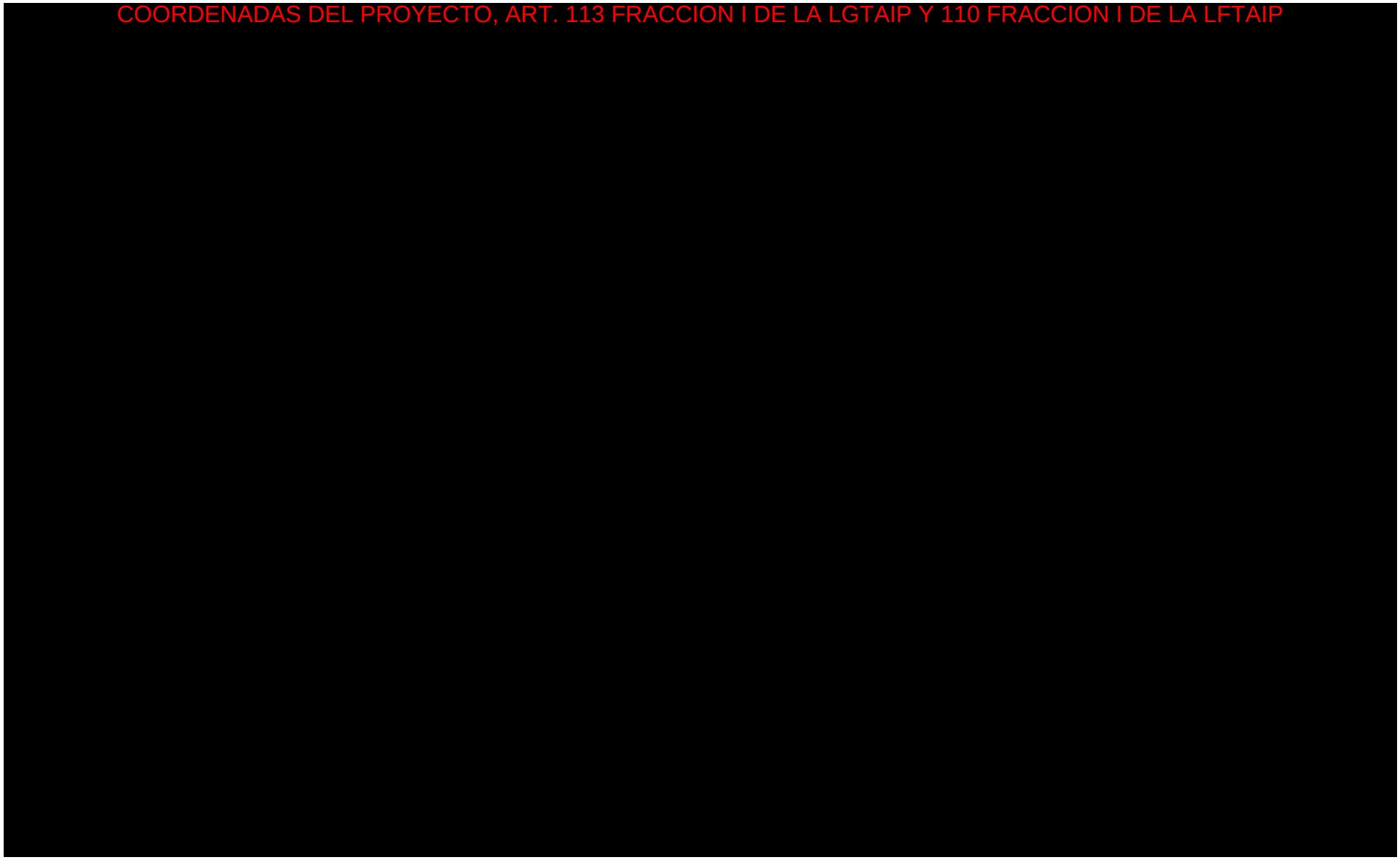
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



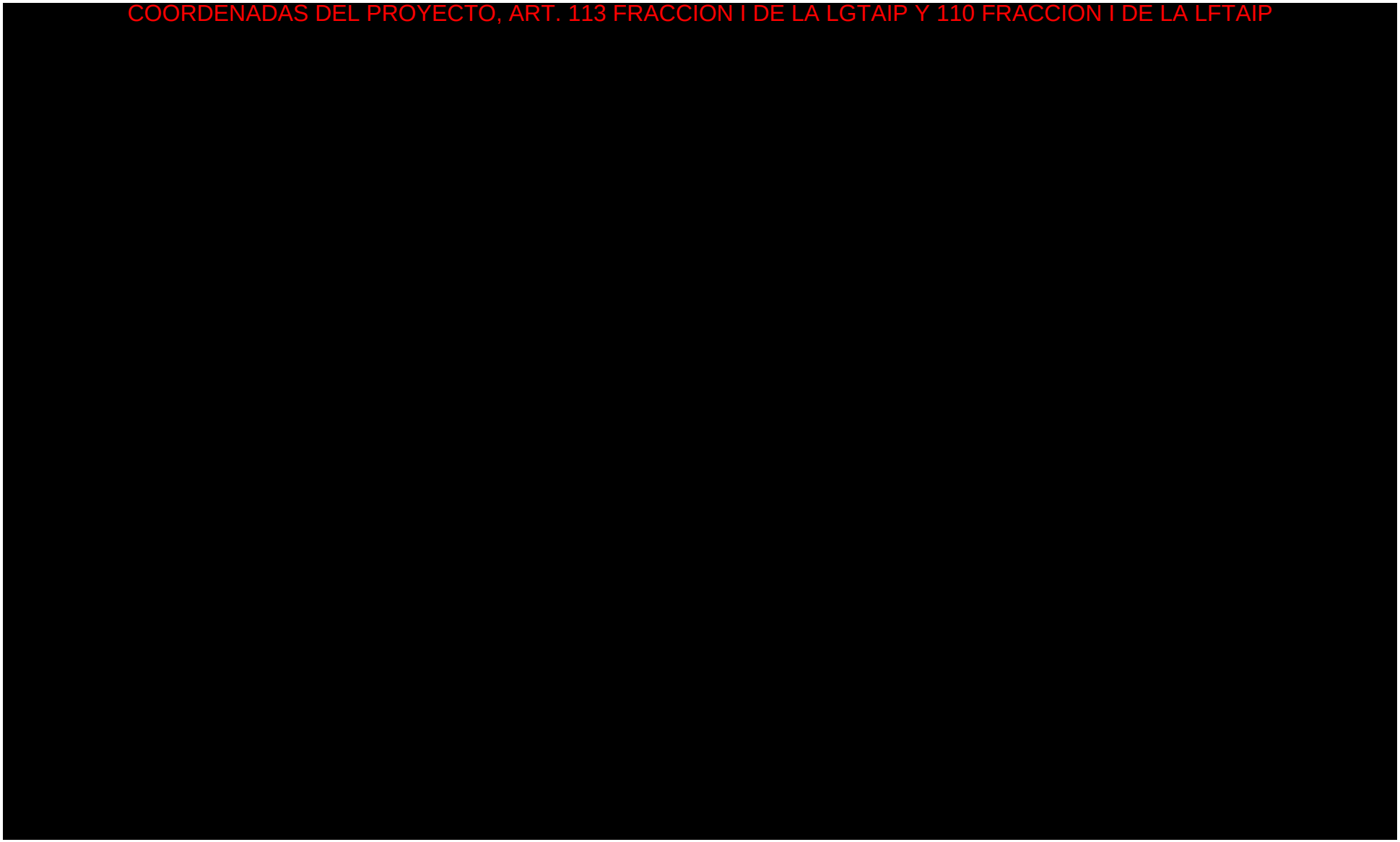
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



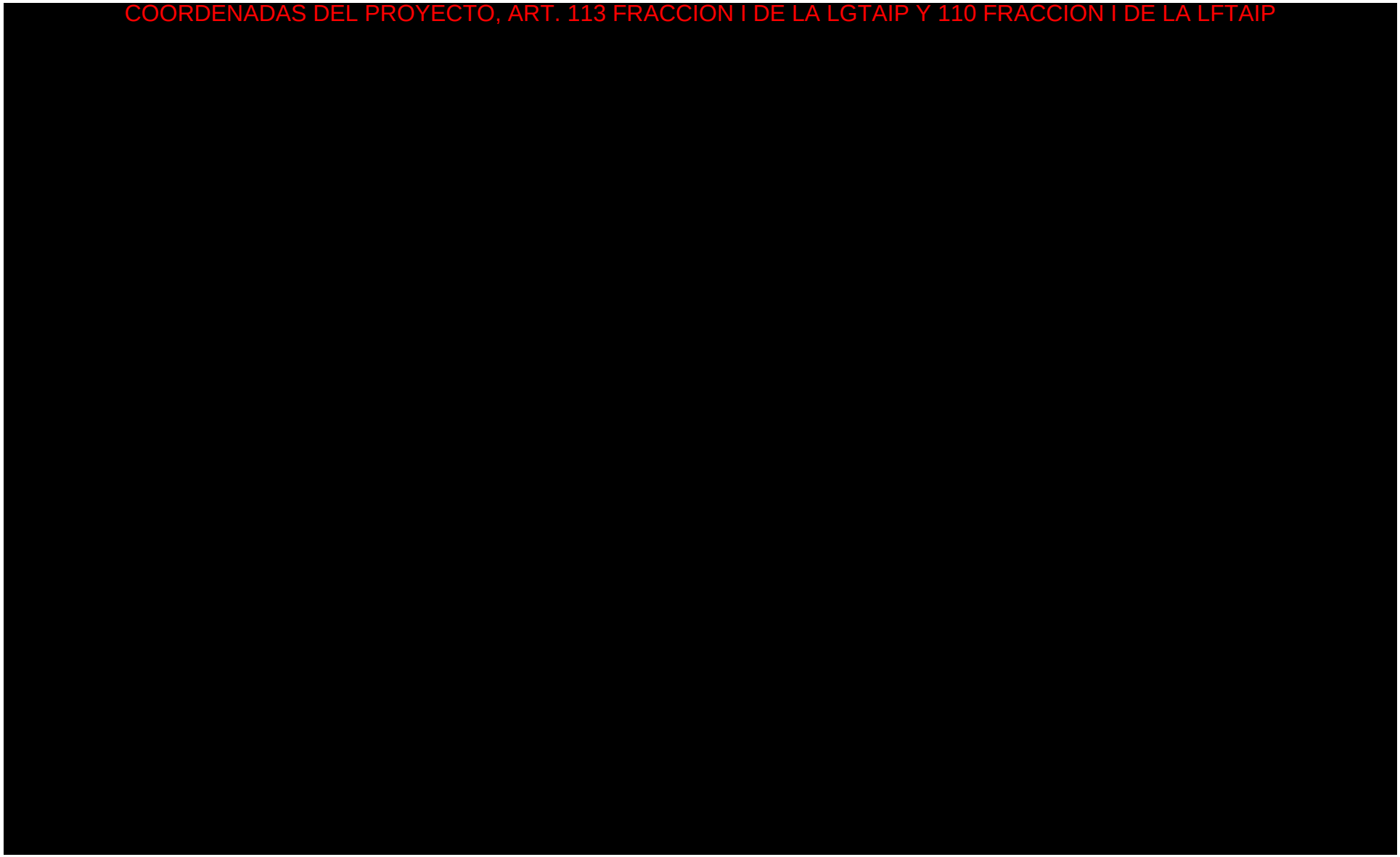
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



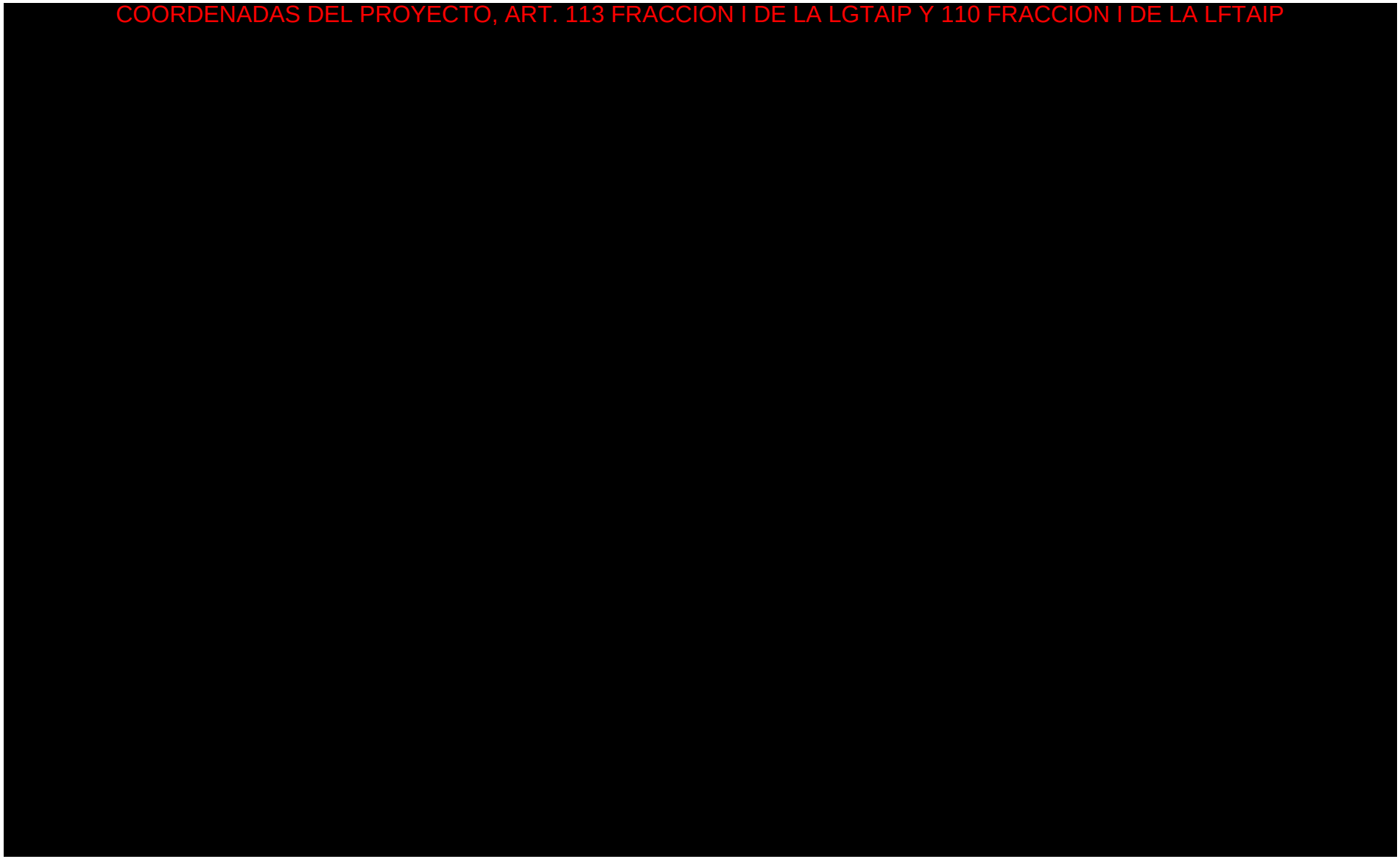
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



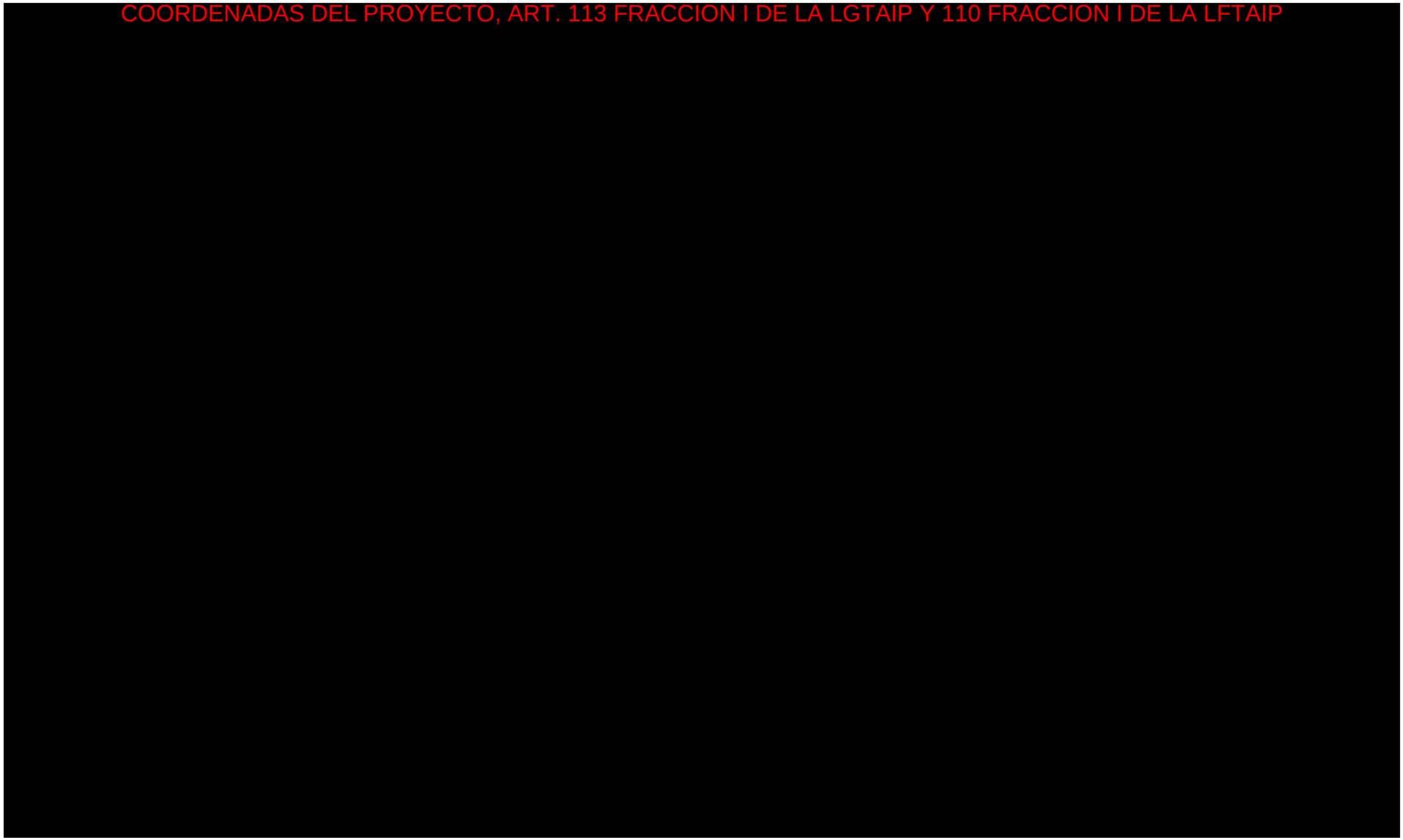
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



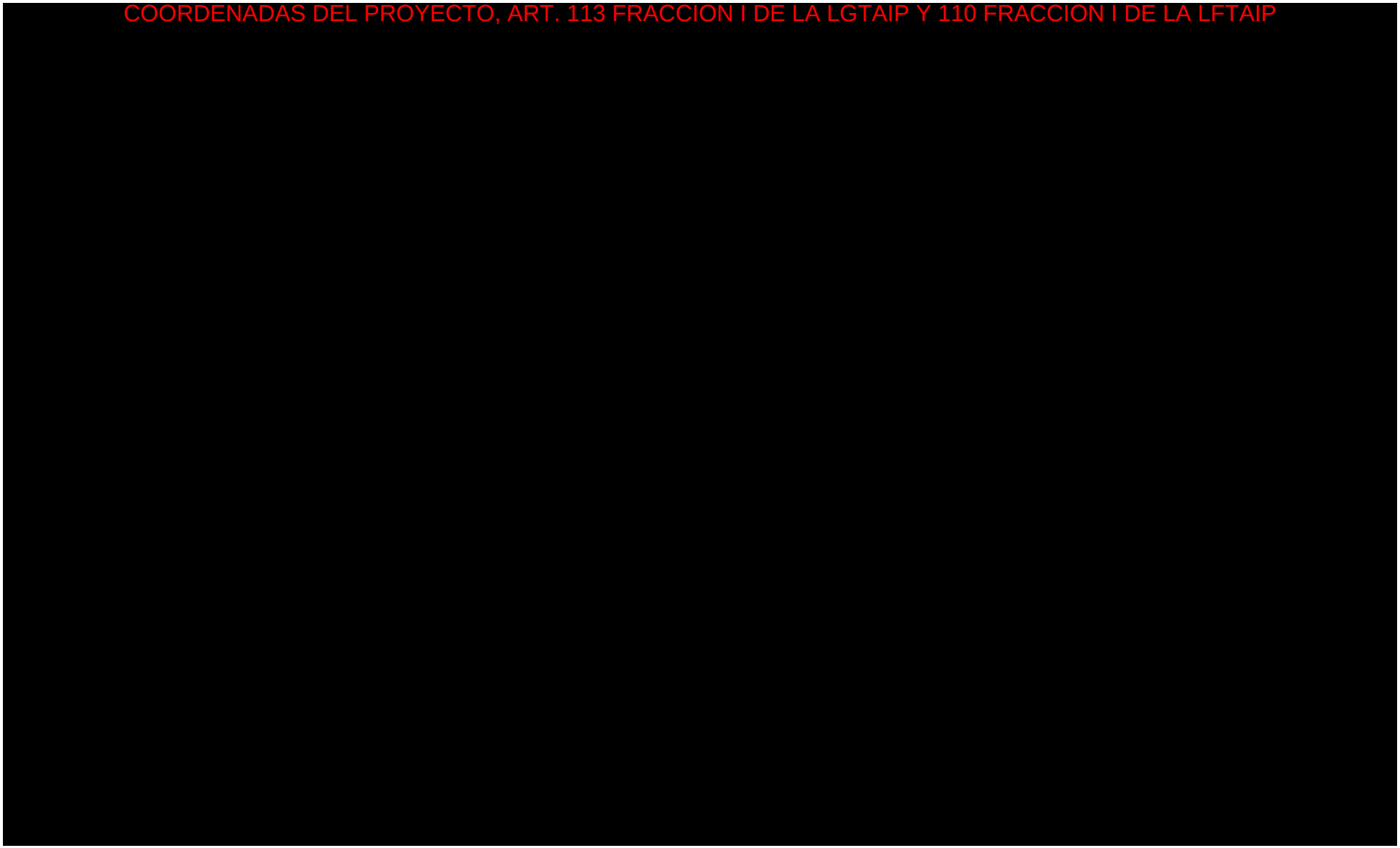
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



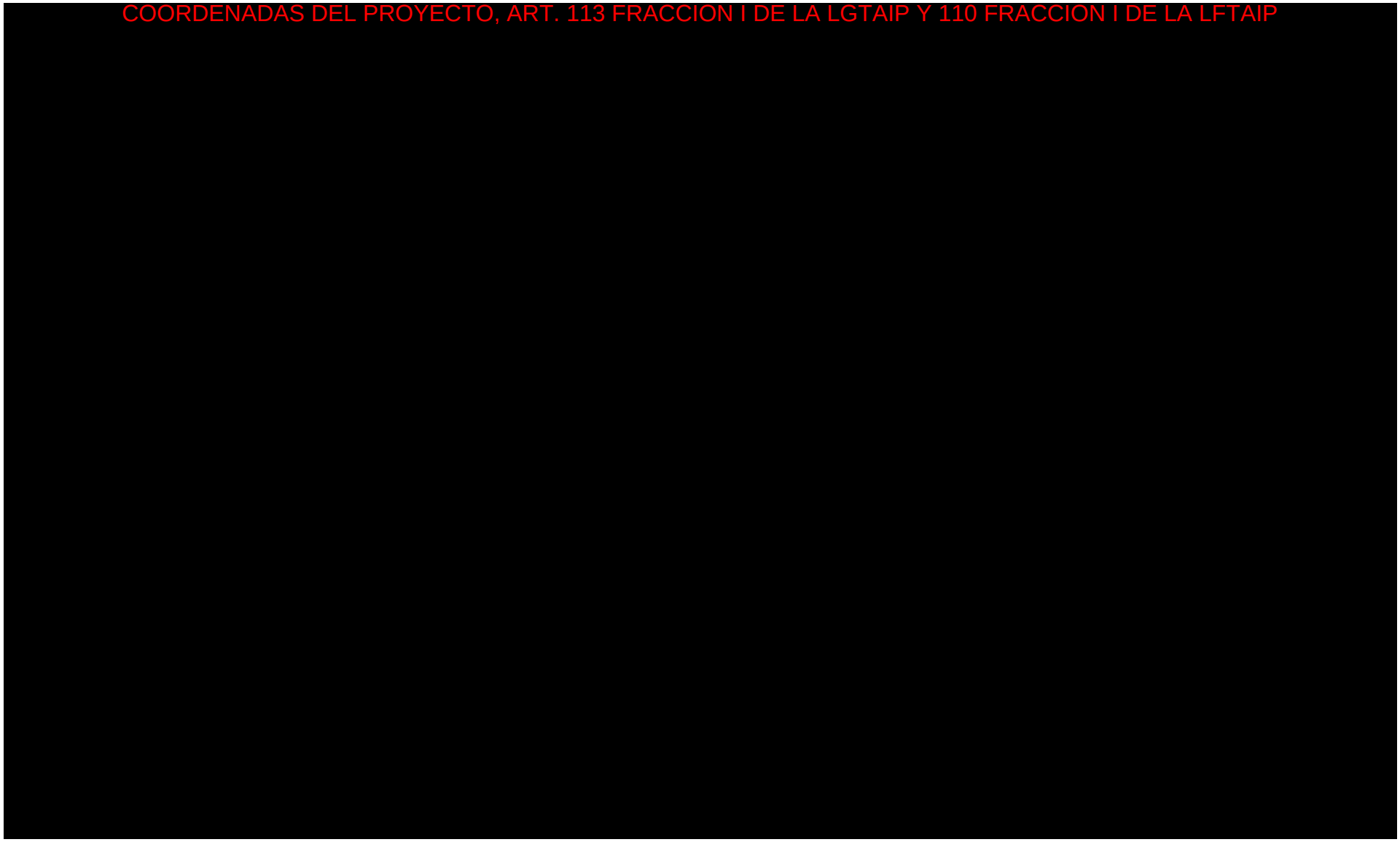
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

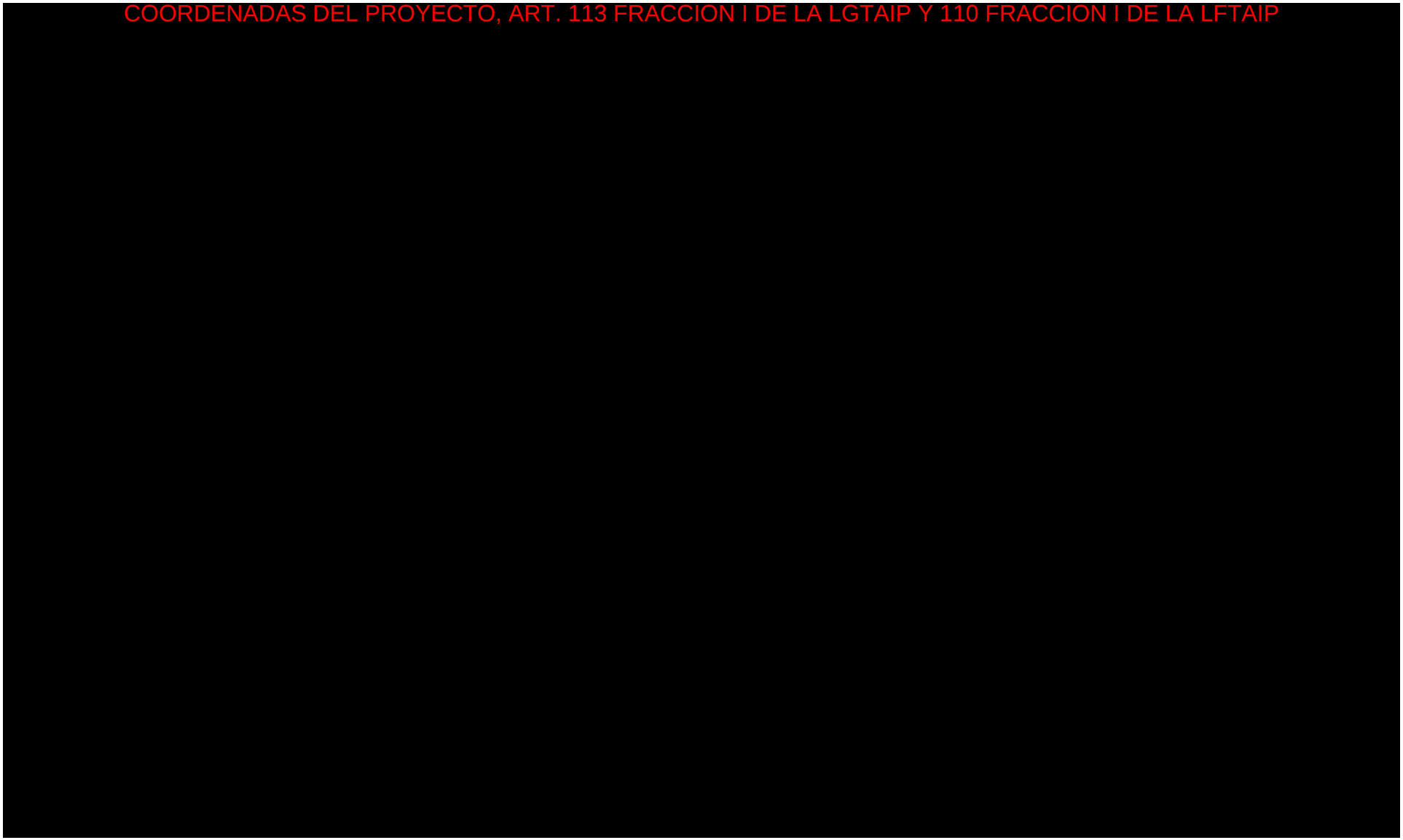


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

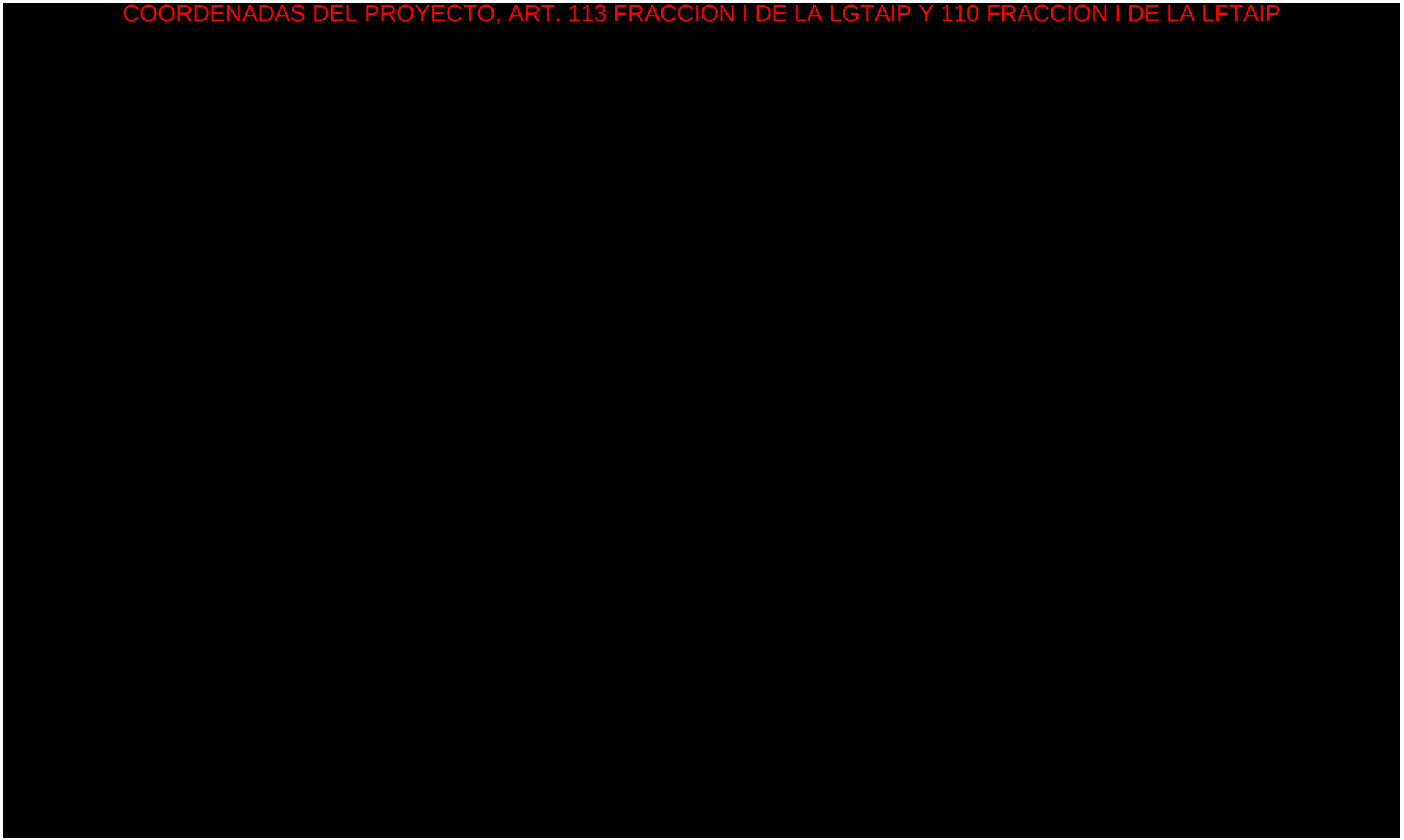


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

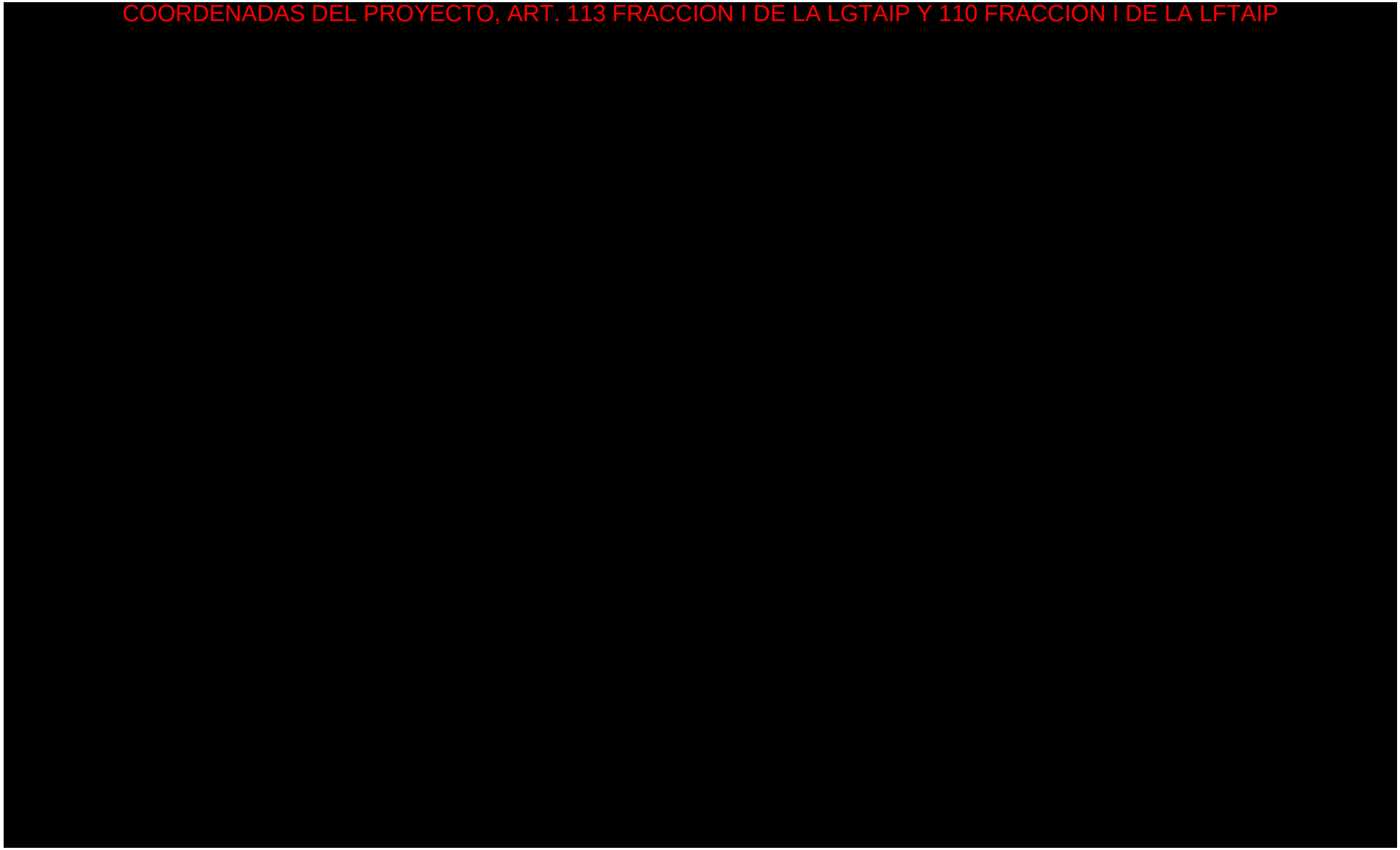


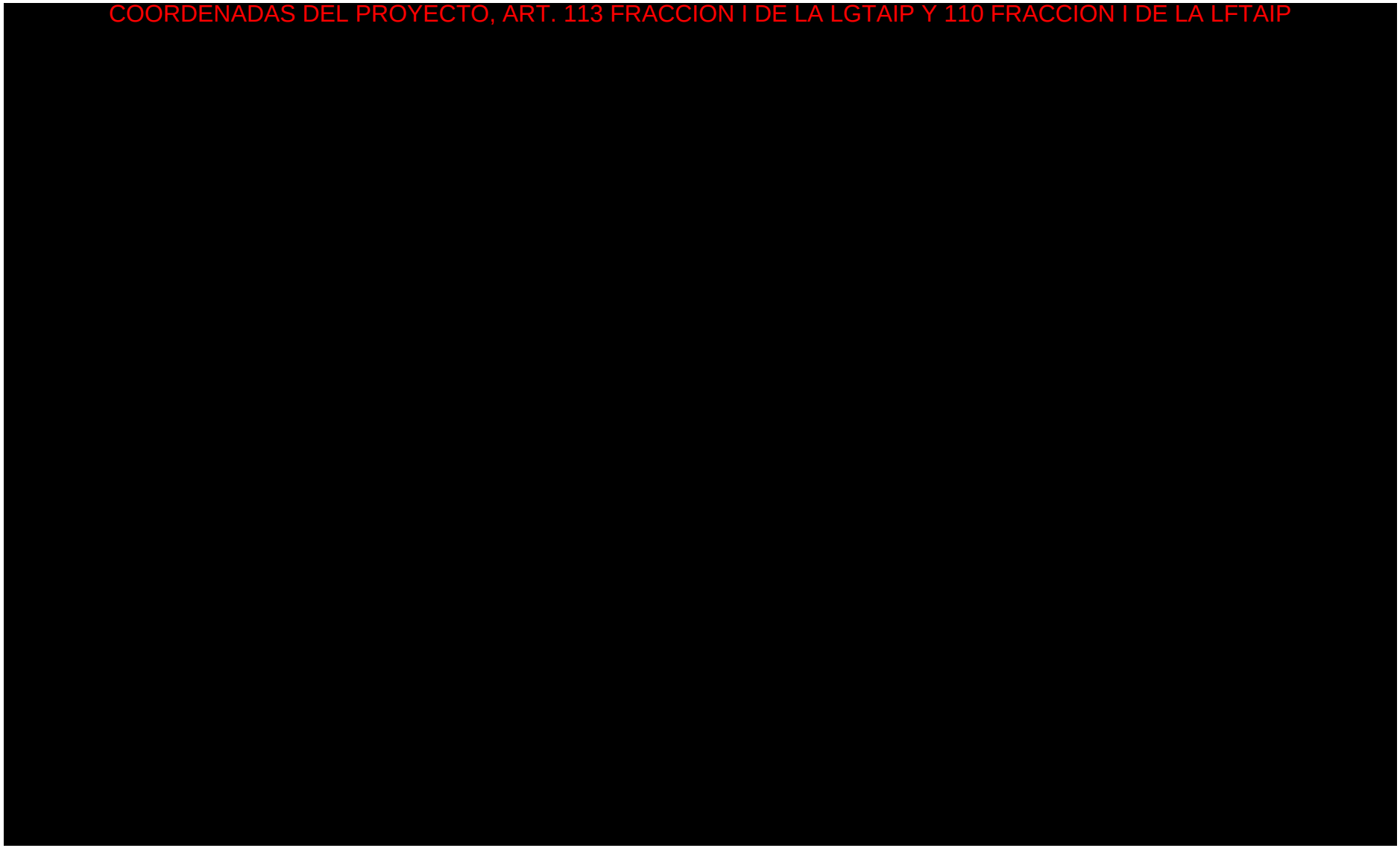

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

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

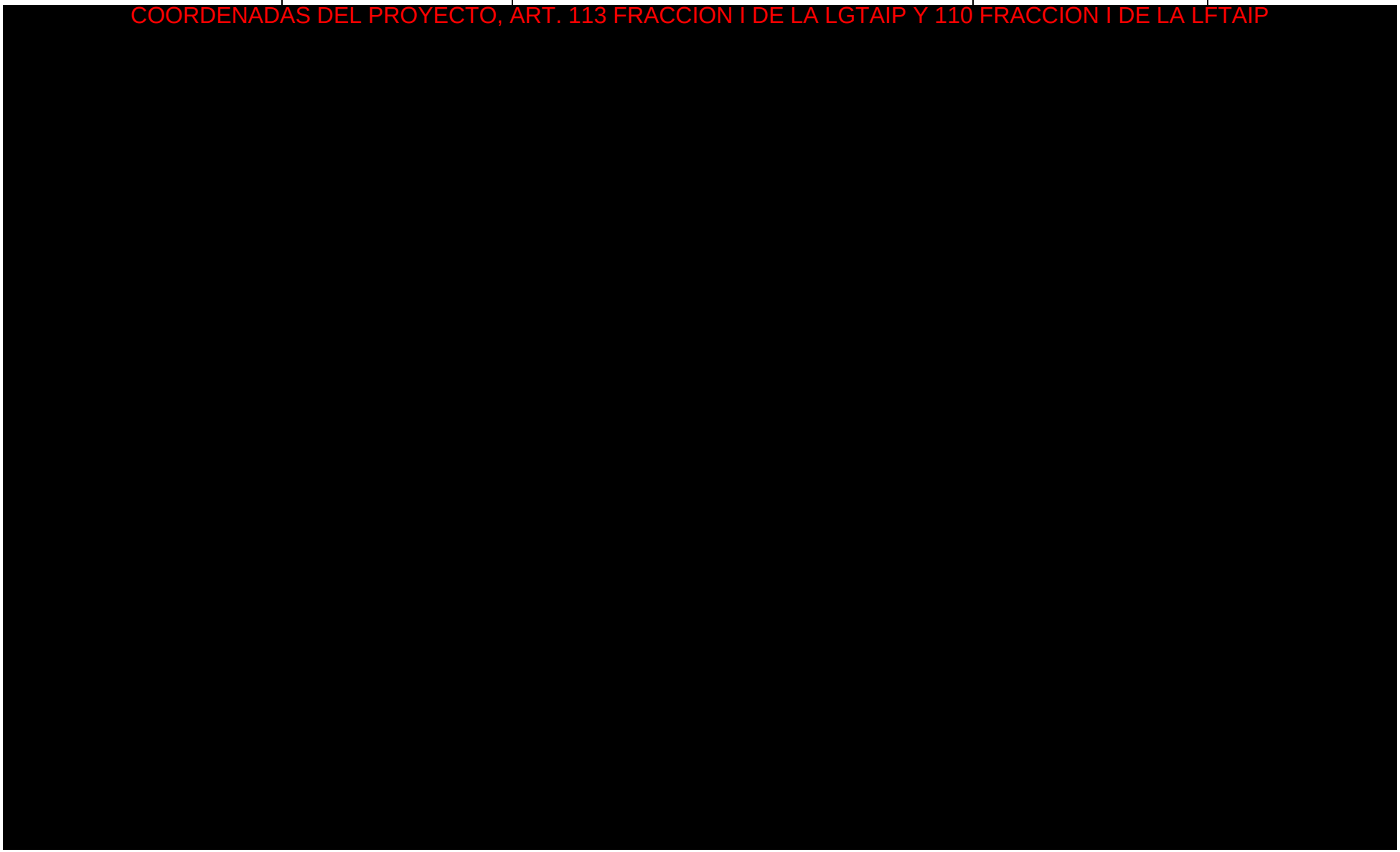


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



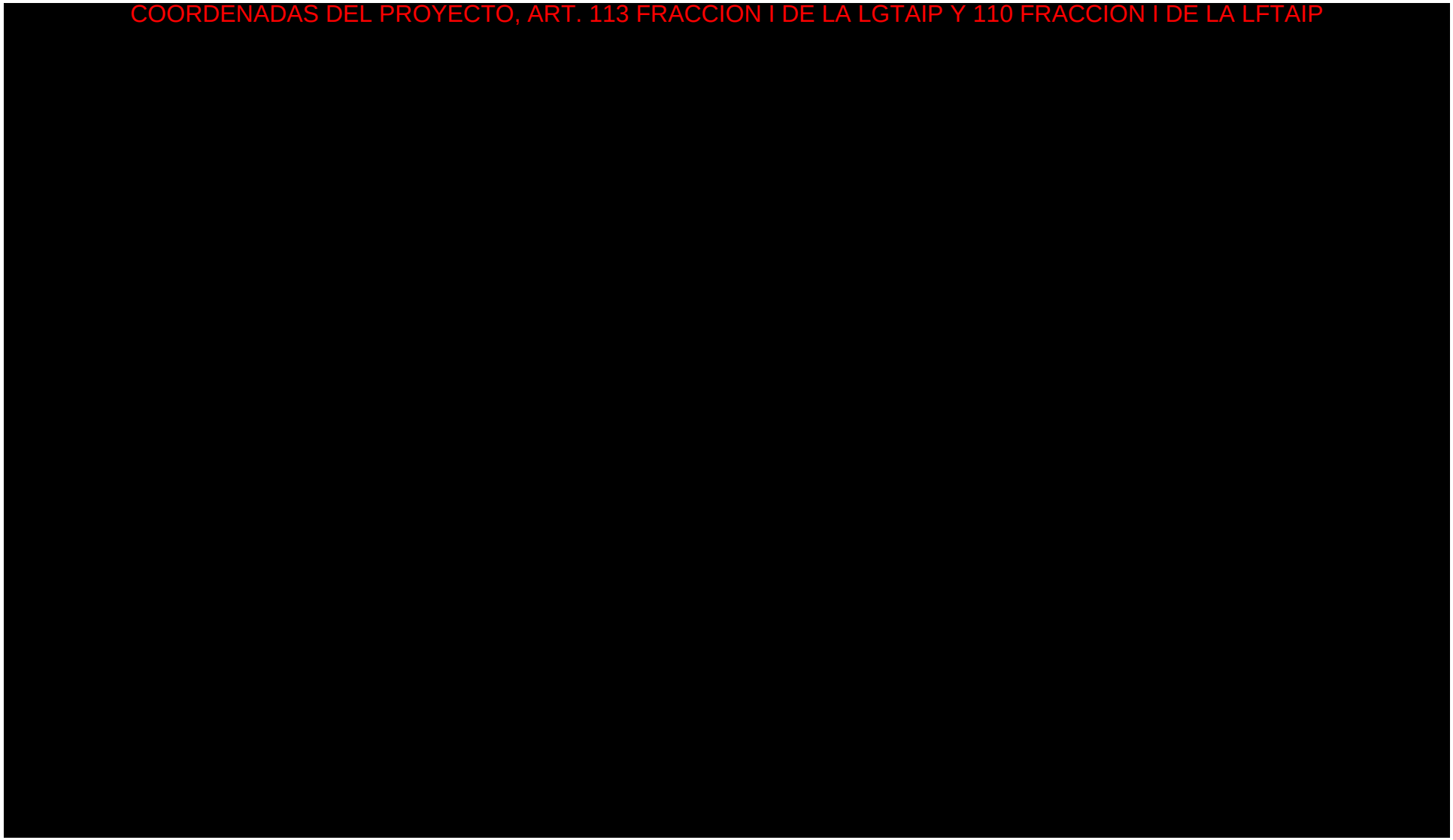

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

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

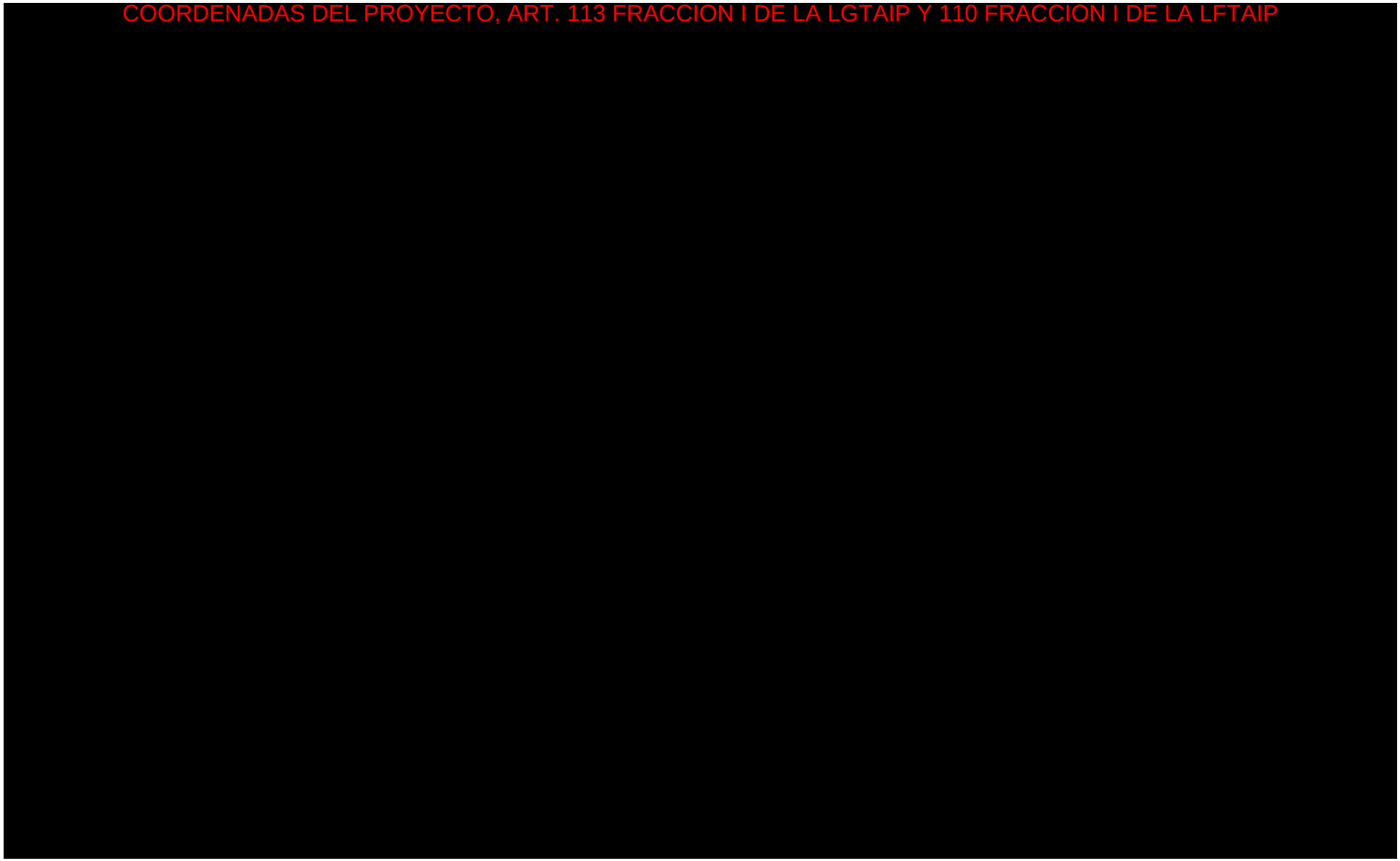


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

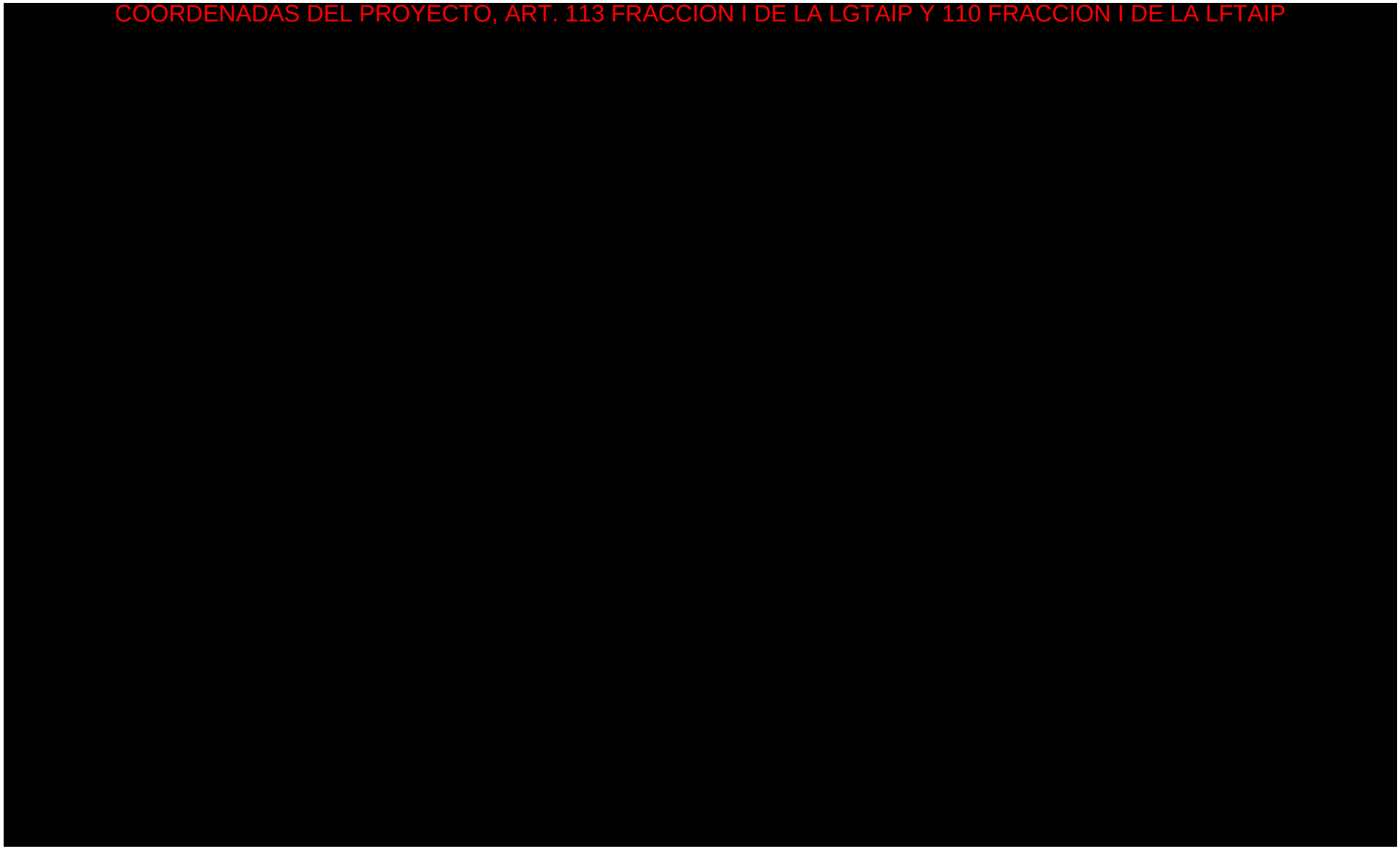
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



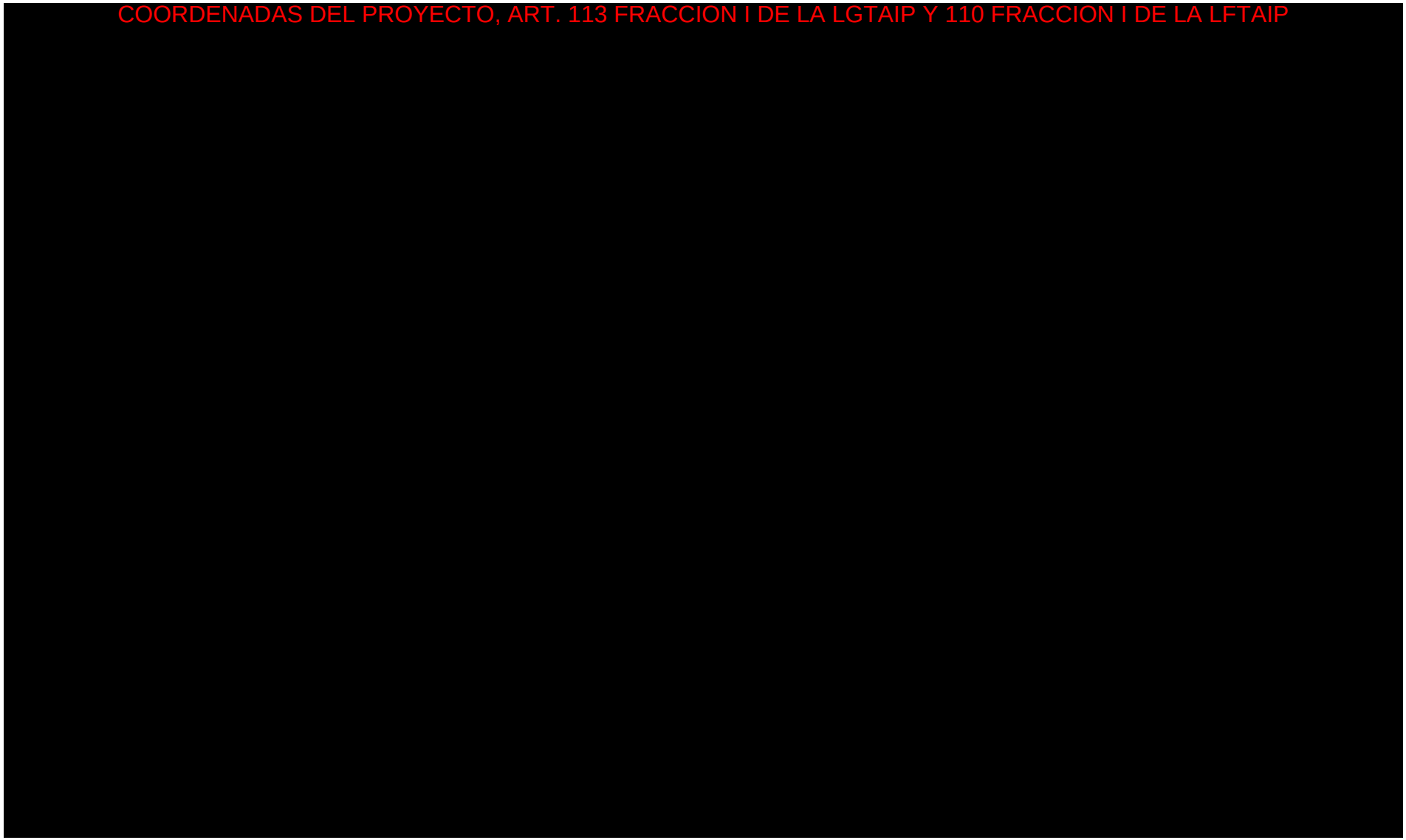
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



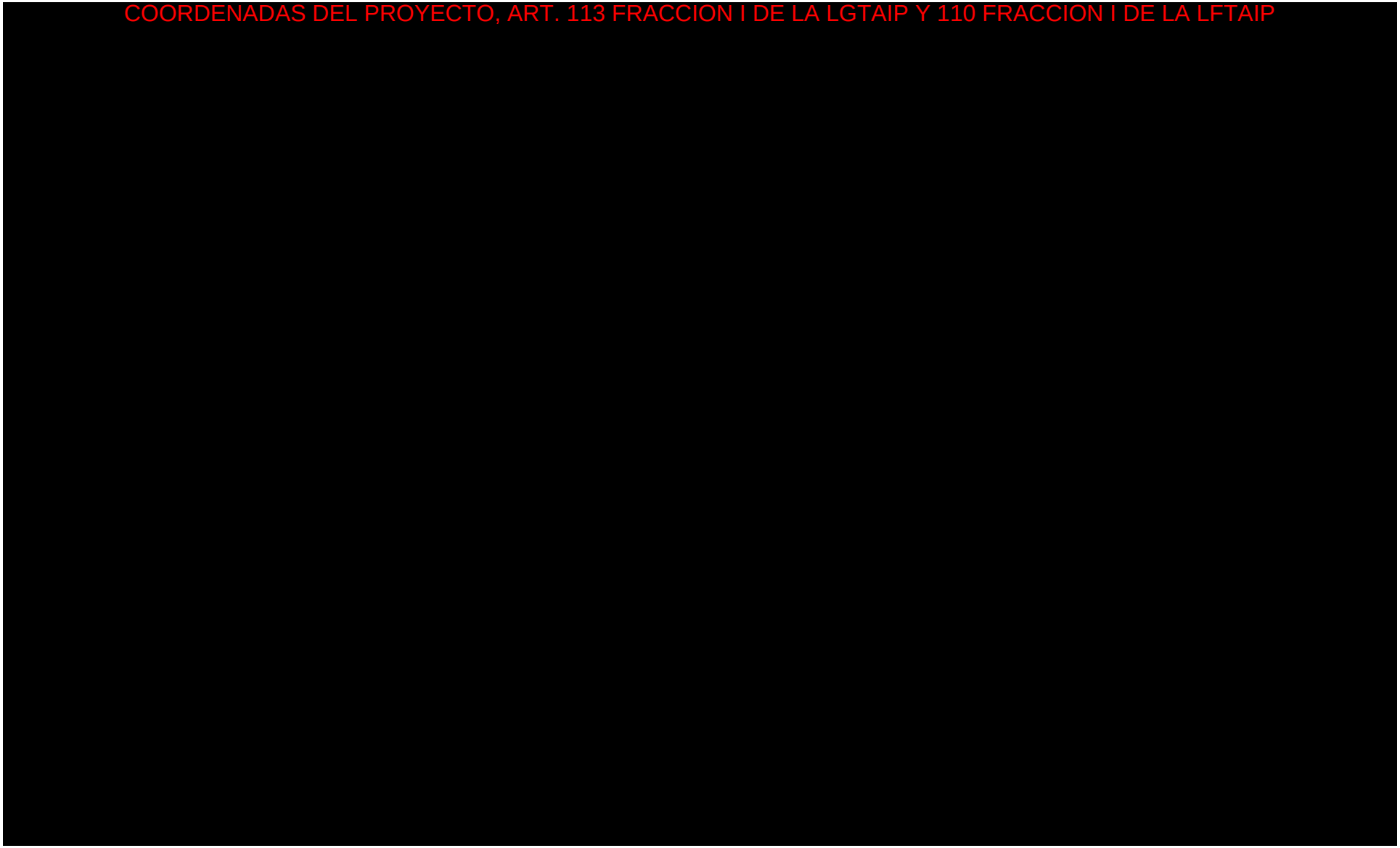
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



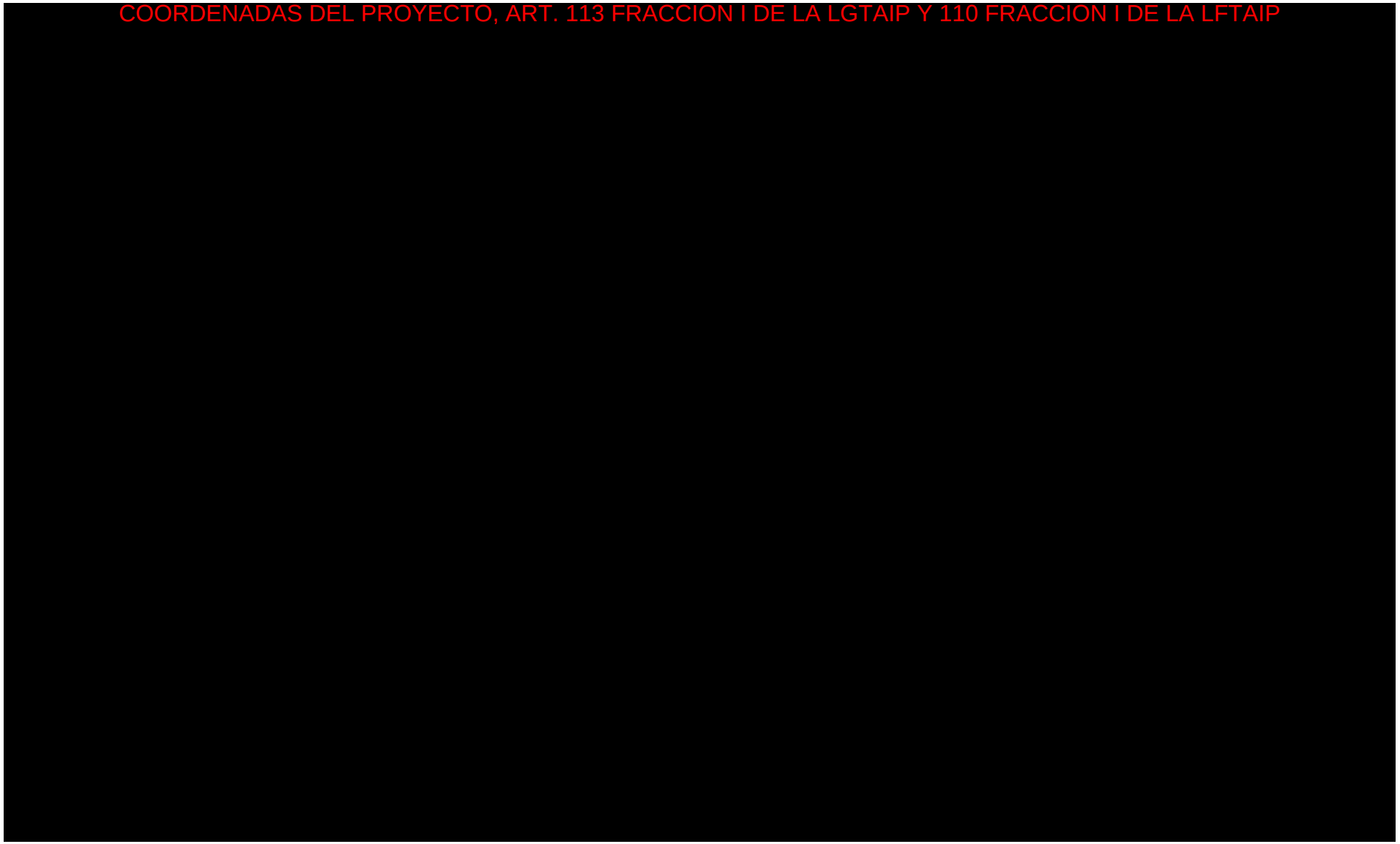
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



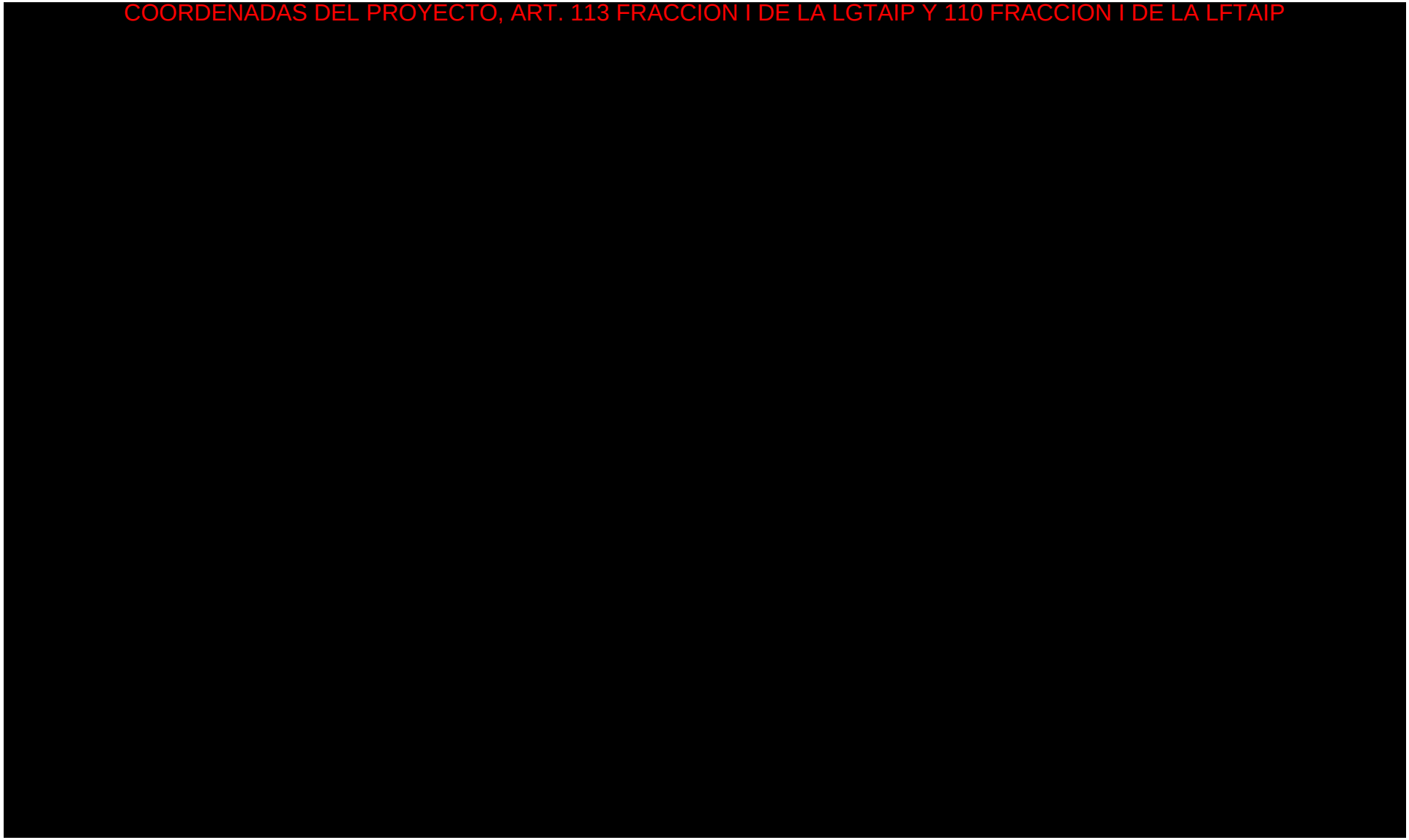
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



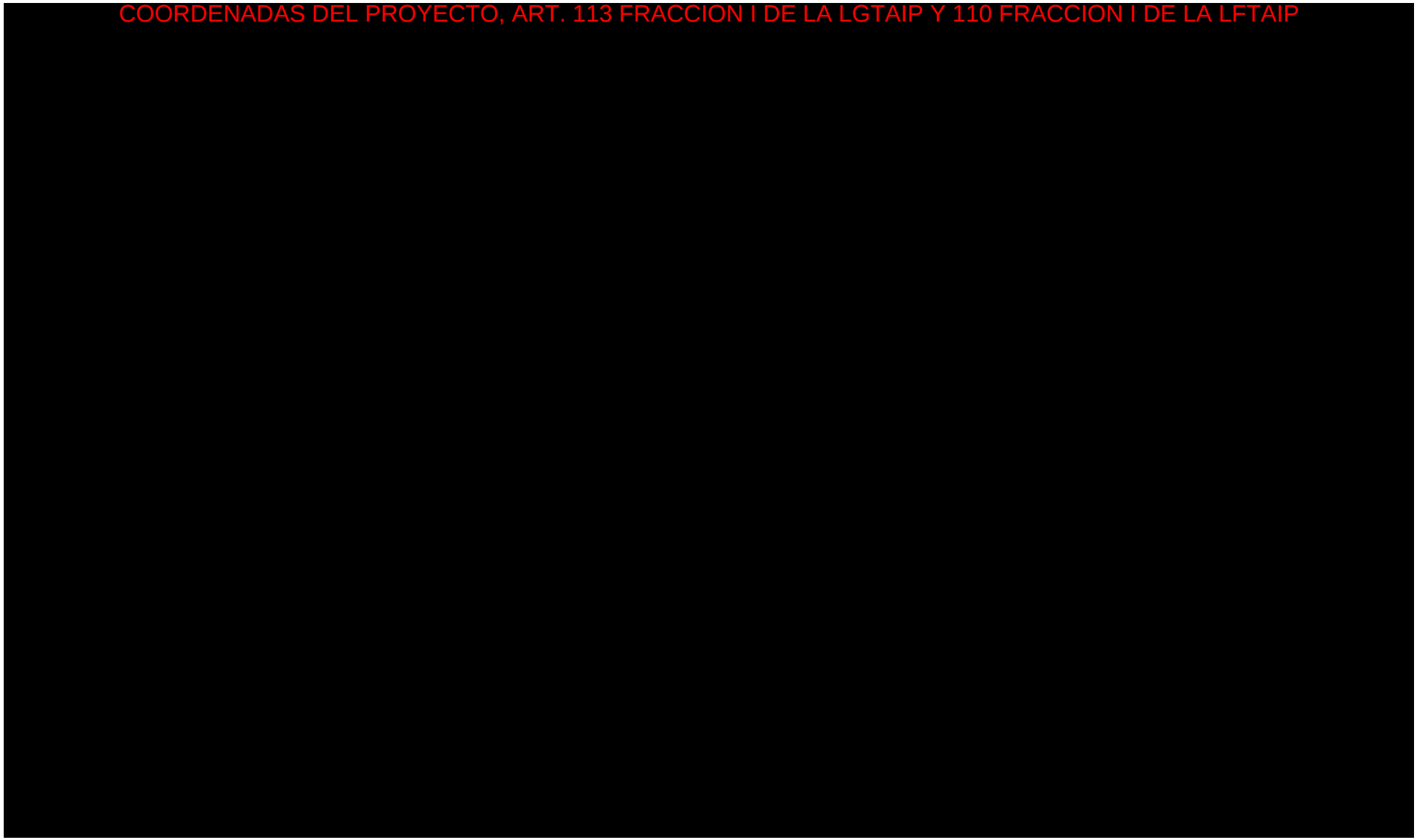
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



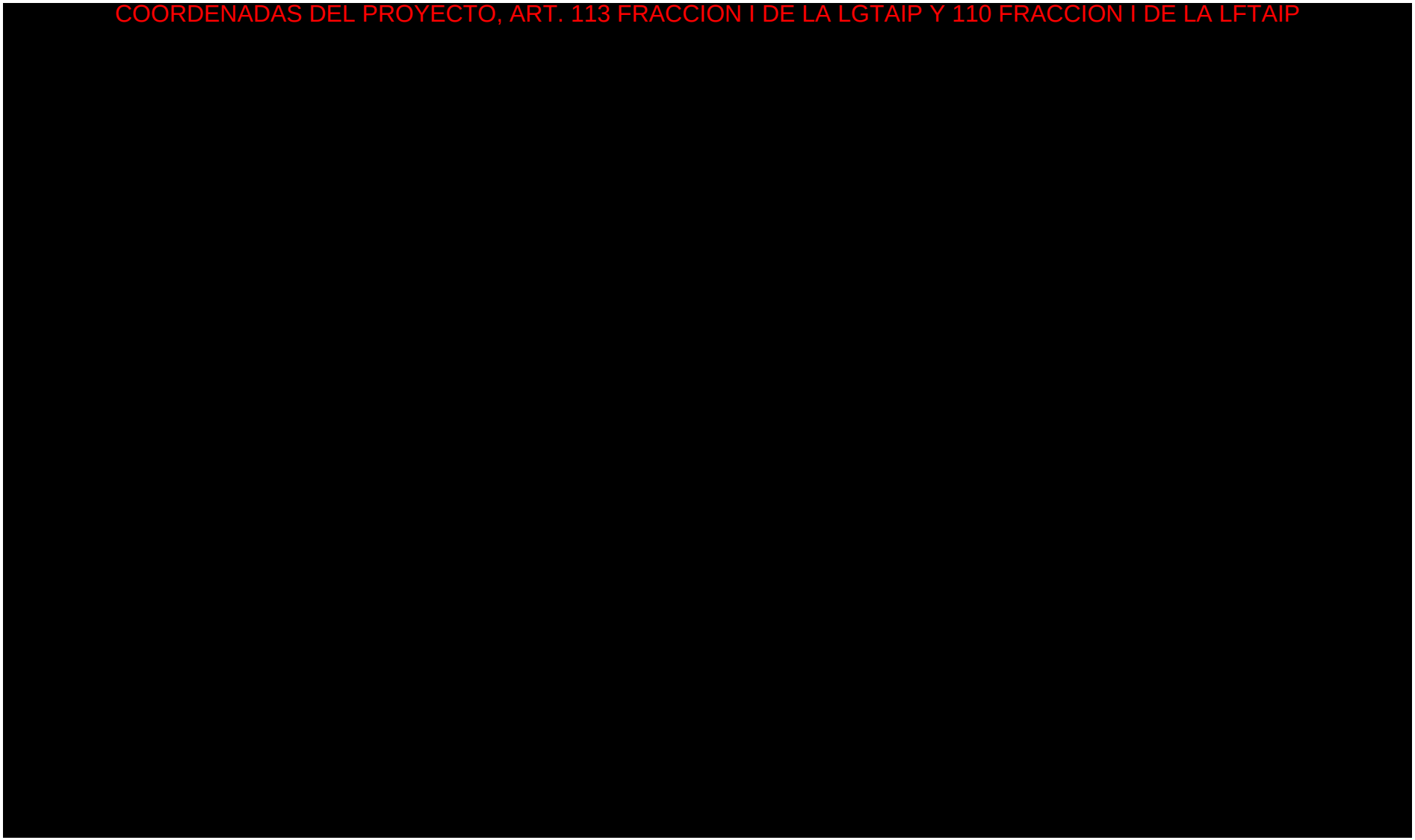
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



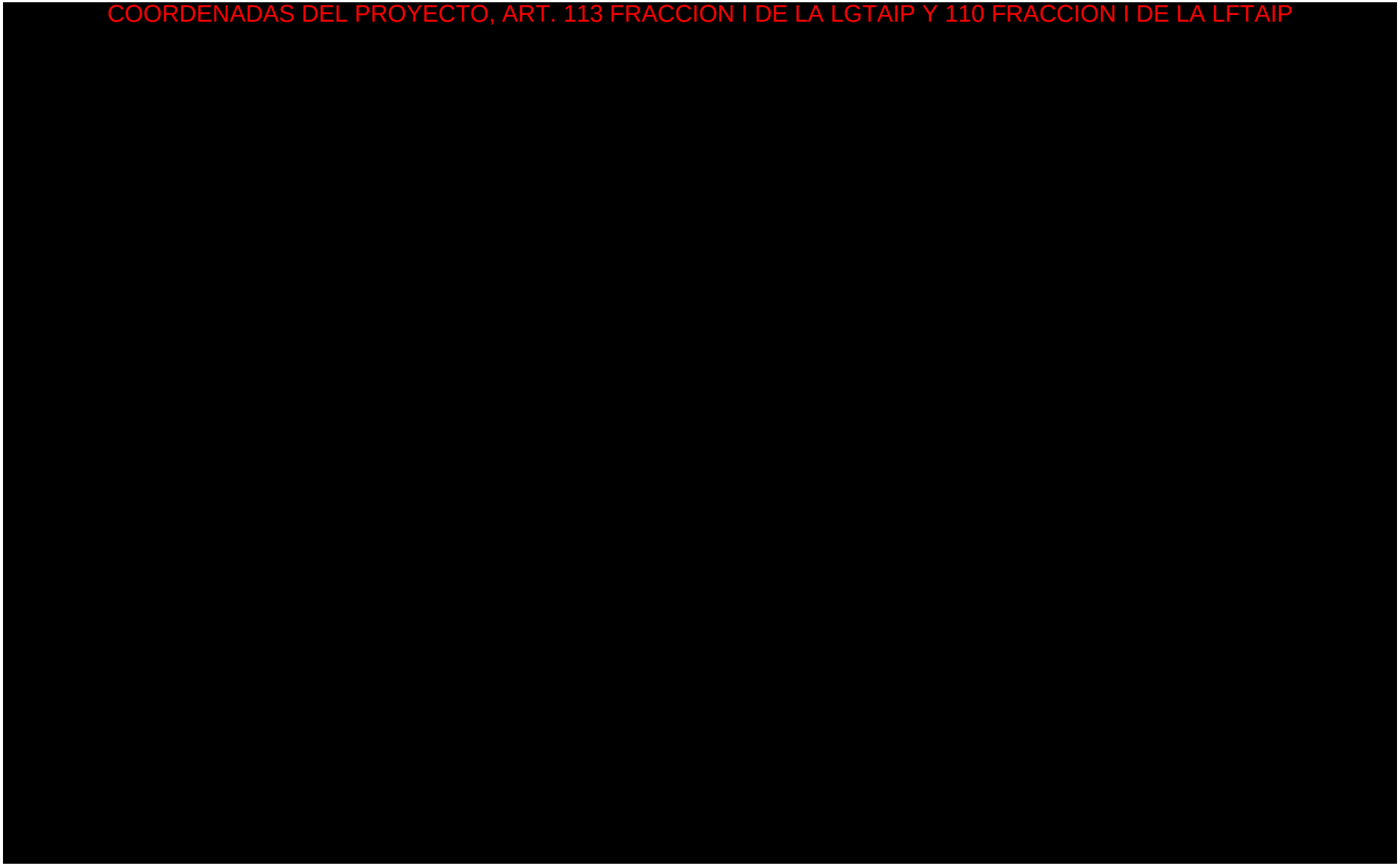
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



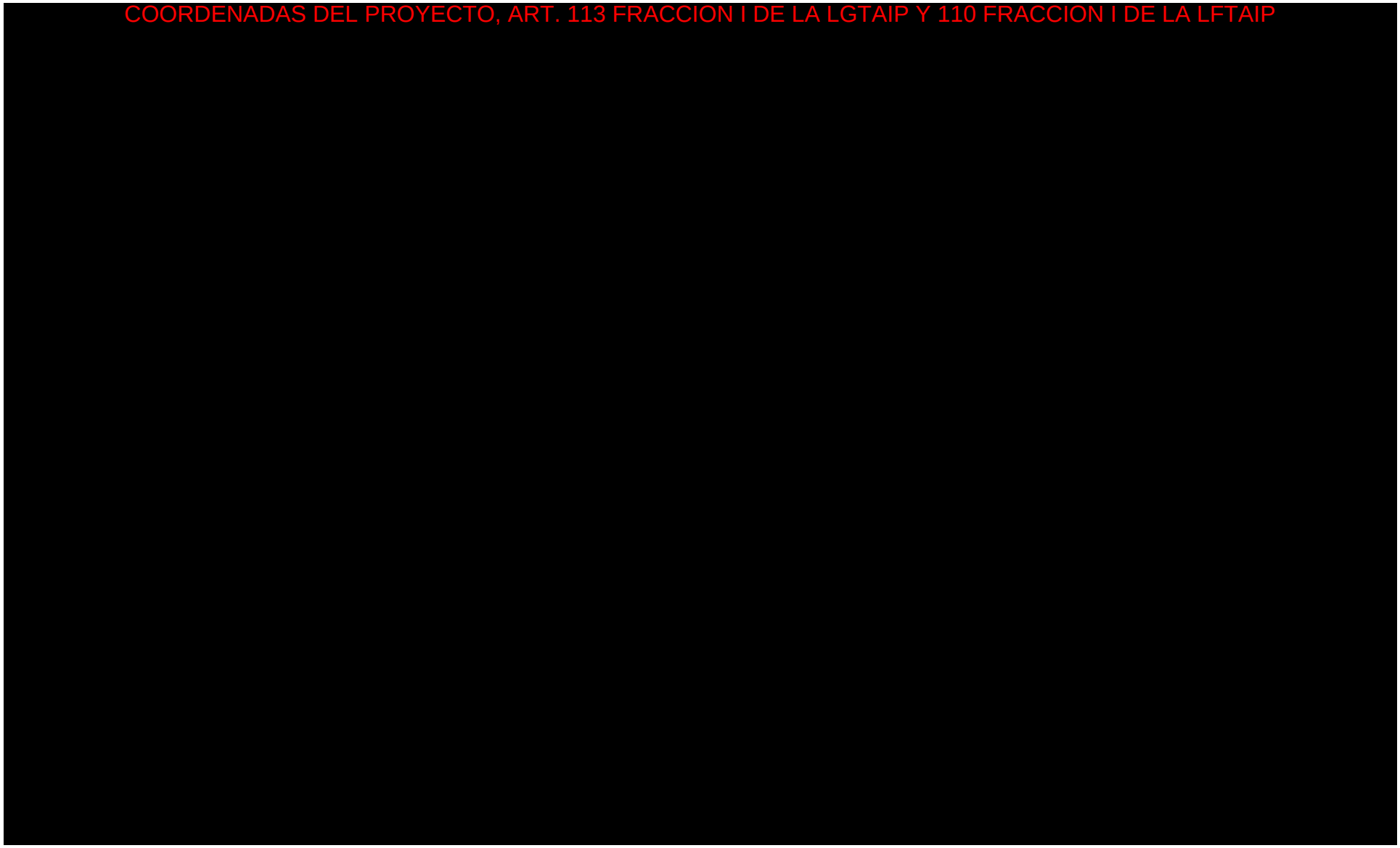
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



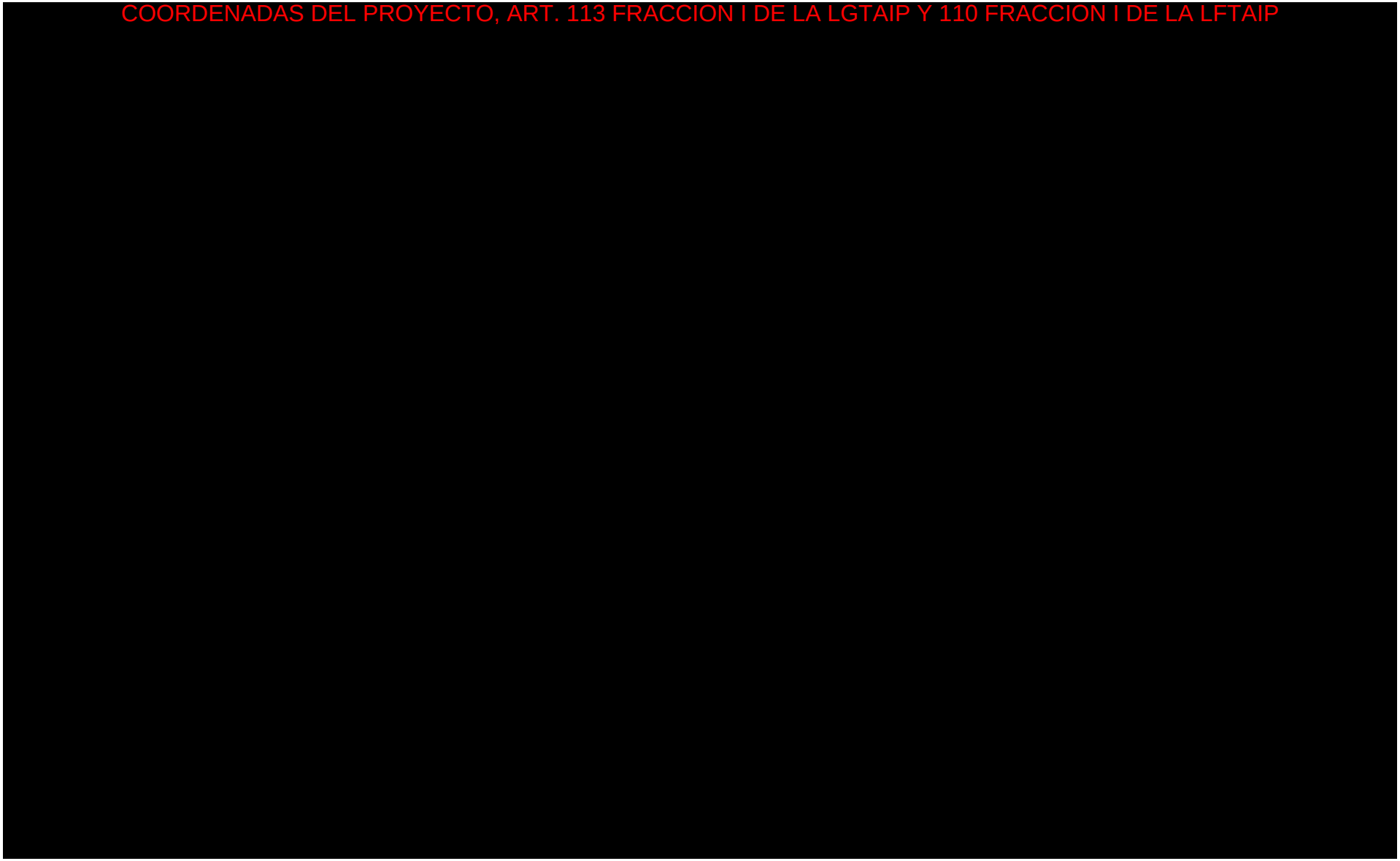
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



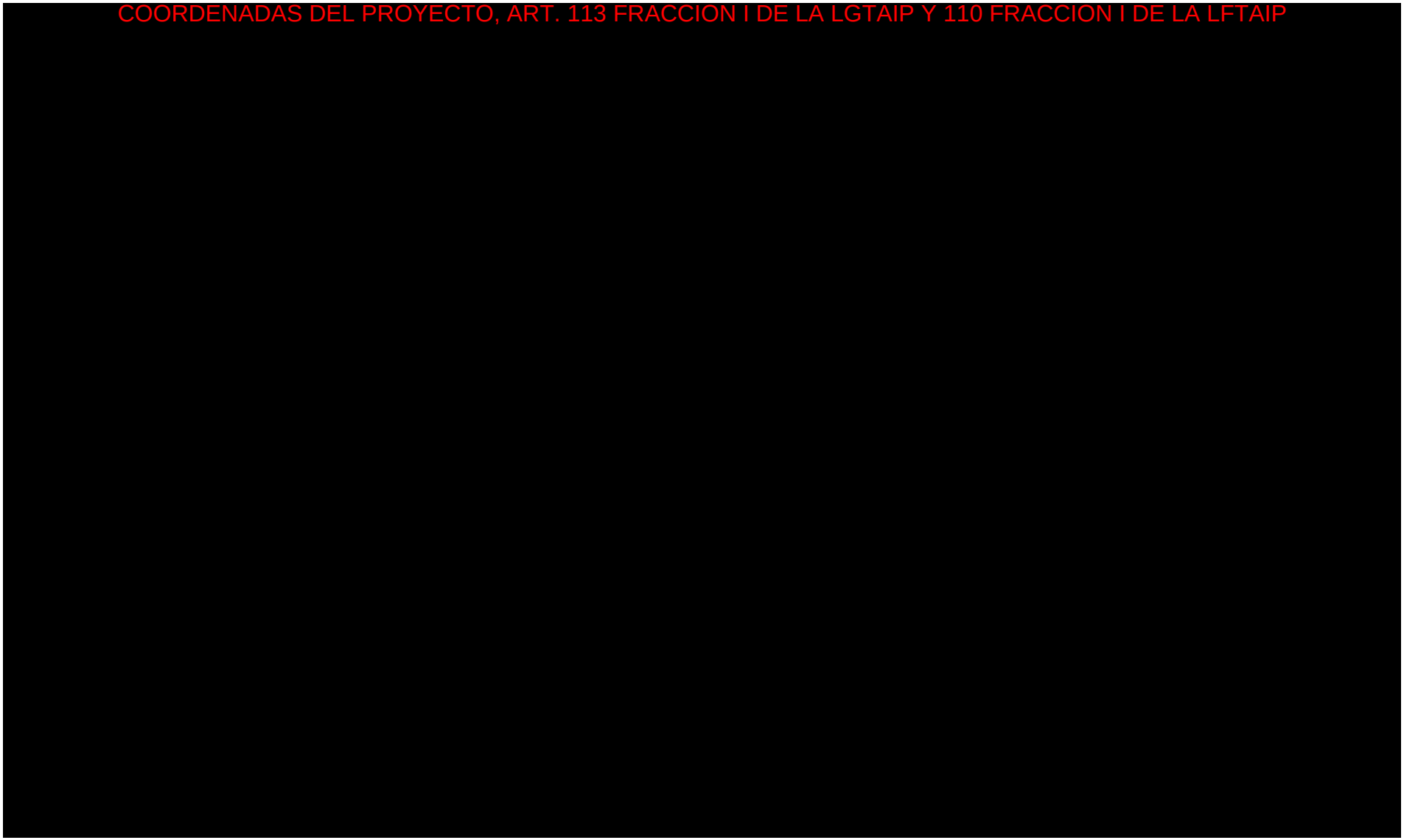
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



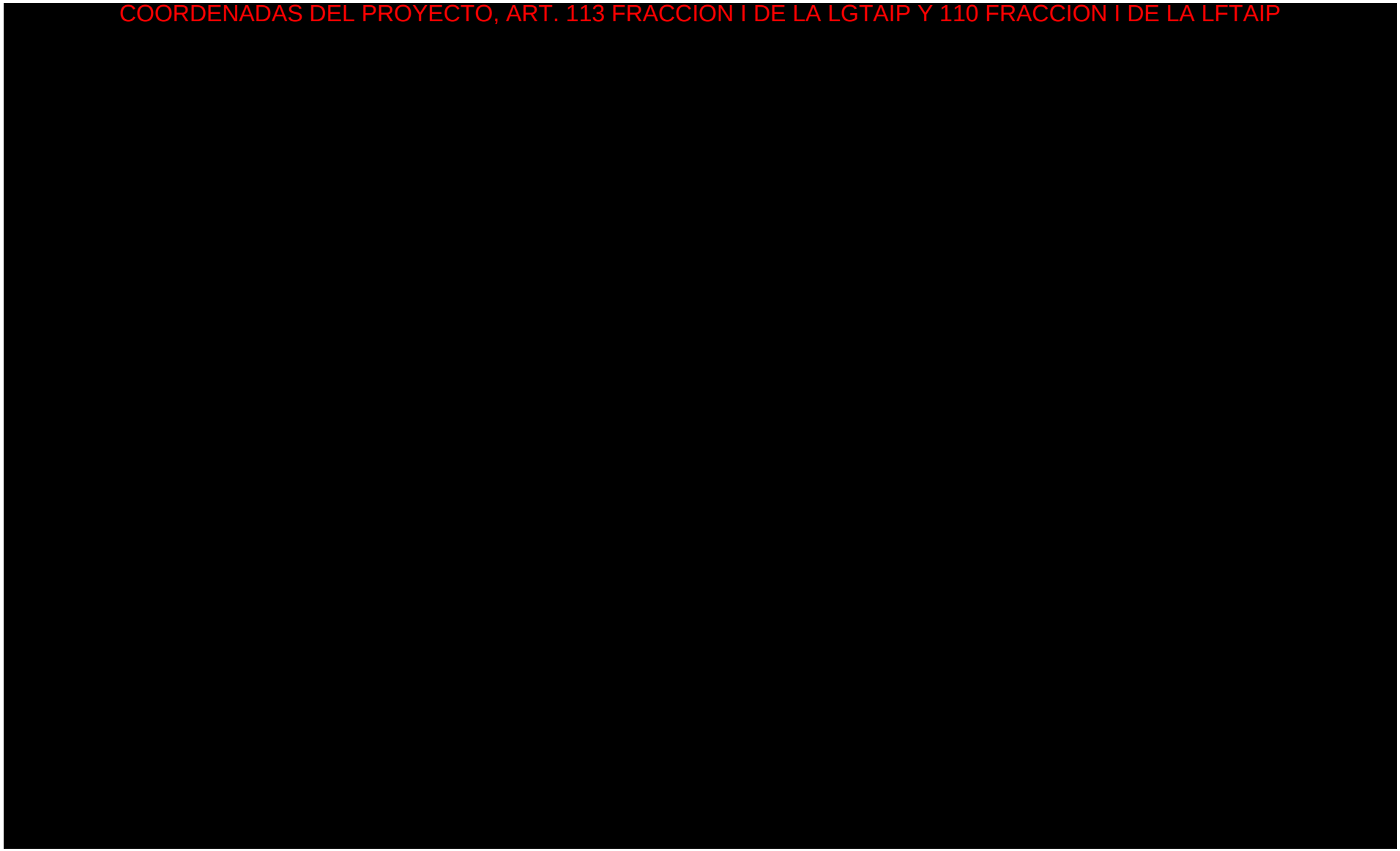
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

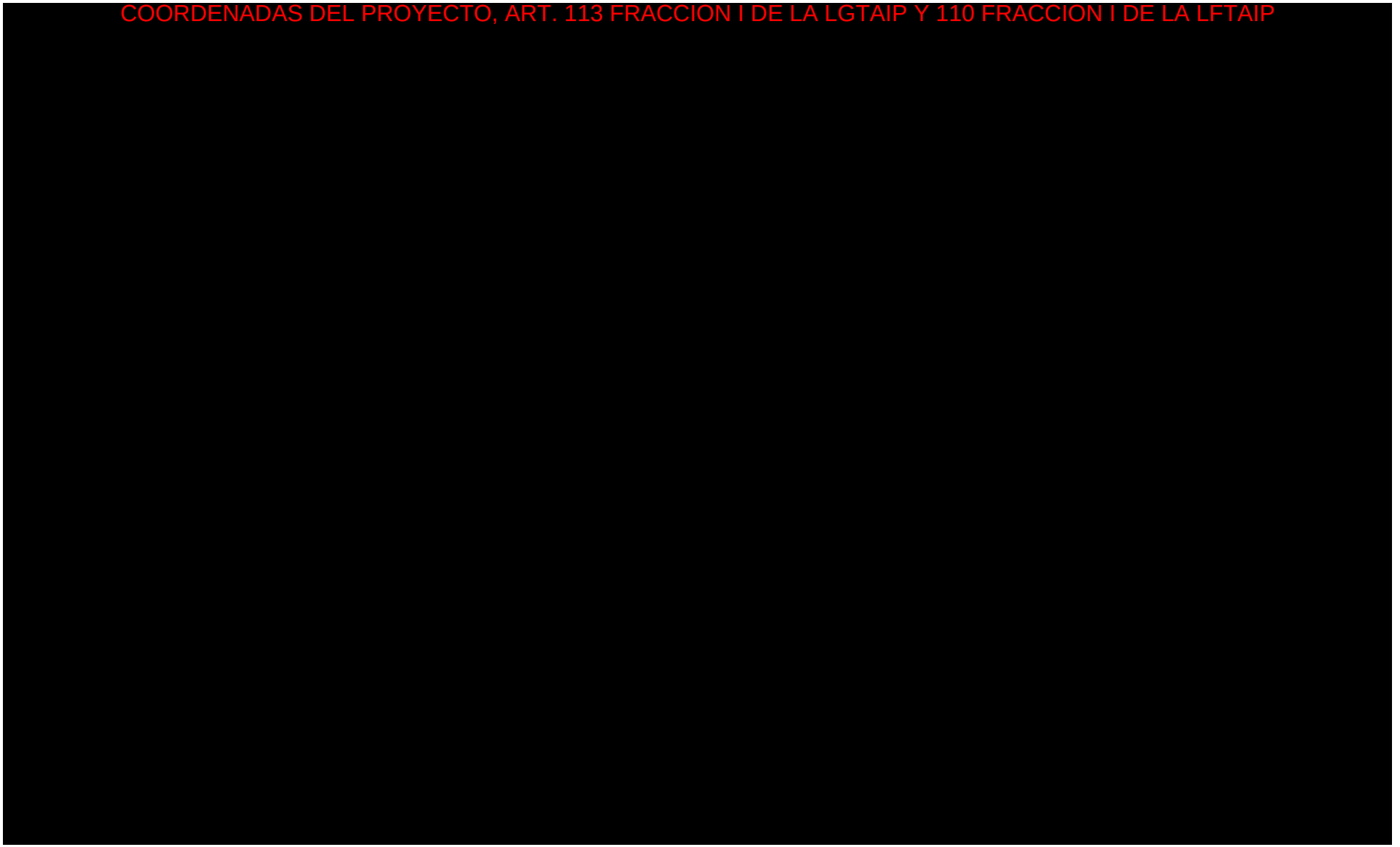


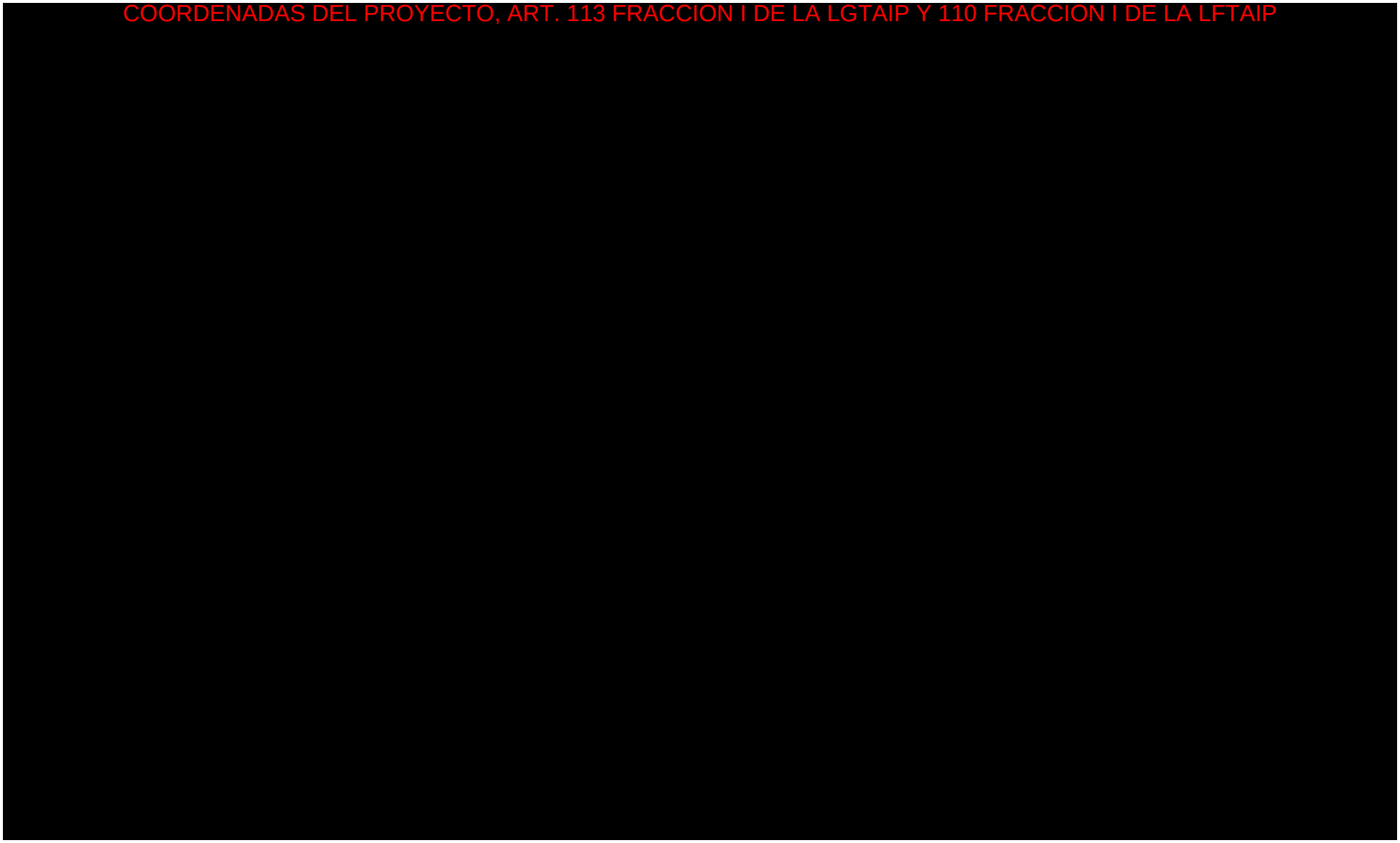
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



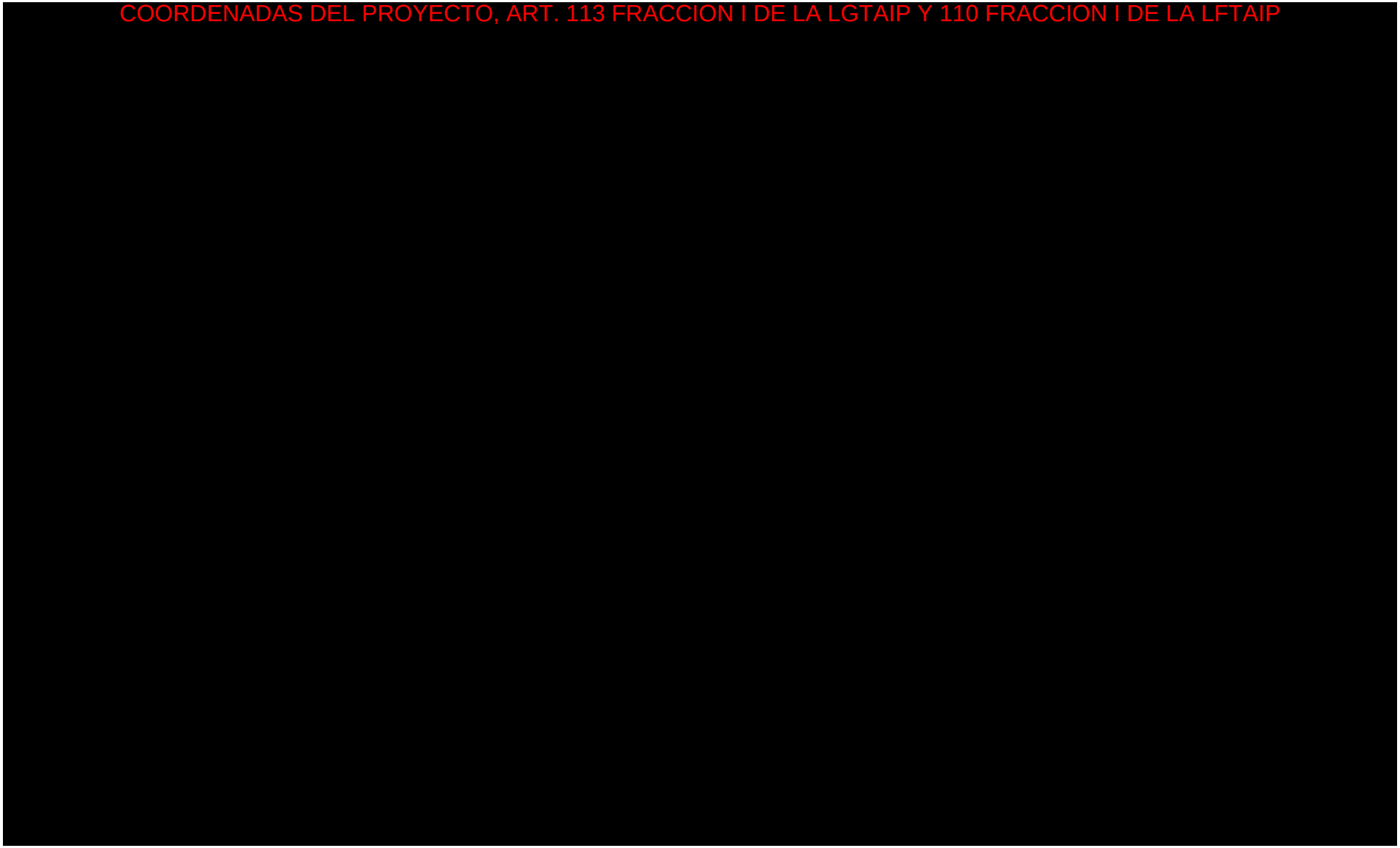
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP




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

ANÁLISIS DE RIESGO
PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

SECCIÓN IV ANALISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGO

SECCIÓN V ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGO

SECCIÓN VI ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

PROYECTO
SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL
ENERGÍA MAYAKAN UNIFICADO

ENERGÍA MAYAKAN, S. DE R.L. DE C.V.

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

ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

ANÁLISIS DE RIESGO
PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

SECCION VII SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS RIESGOS

SECCION VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IX. RESUMEN EJECUTIVO

PROYECTO
SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL
ENERGÍA MAYAKAN UNIFICADO

ENERGÍA MAYAKAN, S. DE R.L. DE C.V.

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

ASEA
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE

Índice

VII. Sistemas de seguridad y medidas preventivas. 4
VII.1. Sistemas de seguridad 4
VII.2. Comunicaciones 14
VII.3. Medidas preventivas 22
VII.4. Recomendaciones técnico-operativas 76
VIII. Conclusiones y recomendaciones. 83
IX. Resumen ejecutivo 91
IX.1. Informe técnico 195

Índice de tablas

Tabla 1. Directorio interno de personal para la atención de emergencias. 23
Tabla 2. Directorio interno de estaciones y oficina para la atención de emergencias 24
Tabla 3. Composición y Funciones de la Unidad Interna de Protección Civil. 26
Tabla 4. Equipos de control en la sección de filtración. 50
Tabla 5. Equipos de control en la sección de medición. 51
Tabla 6. Equipos de control en la sección de regulación. 51
Tabla 7. Equipos de control en la interconexión. 52
Tabla 8. Componentes del sistema de odorización. 52
Tabla 9. Detectores en el área de proceso. 60
Tabla 10. Alarmas en el área de proceso. 60
Tabla 11. Detectores y botón de pánico en caseta de analizadores. 60
Tabla 12. Alarmas y estaciones en caseta de analizadores. 60
Tabla 13. Detectores y estación manual en cuarto de baterías. 61
Tabla 14. Alarmas en cuarto eléctrico y control. 61
Tabla 15. Alarmas en cuarto eléctrico y control. 61
Tabla 16. Extintores en Estación de Medición Cactus. 61
Tabla 17. Detectores de gas en estación de medición EM2. 62
Tabla 18. Extintores en EM2. 63
Tabla 19. Detectores de gas en Estación EM3. 63
Tabla 20. Extintores en EM3. 64
Tabla 21. Datos del fabricante de la bomba contra incendio en CS1. 65
Tabla 22. Datos obtenidos de prueba de caudal más reciente de la bomba contra incendio en CS1. 65
Tabla 23. Parámetros a evaluar de la bomba contra incendio en CS1. 65

Tabla 24. Sensores UV en turbo compresor CS1. 66
Tabla 25. Sensores térmicos en turbo compresor CS1. 66
Tabla 26. Sensor de gas en turbo compresor CS1. 66
Tabla 27. Datos del fabricante de la bomba contra incendio CS2. 67
Tabla 28. Datos obtenidos de prueba de caudal más reciente de la bomba contra incendio CS2. 67
Tabla 29. Sensores UV en turbo compresor CS2. 67
Tabla 30. Sensores térmicos en turbo compresor CS2. 67
Tabla 31. Sensor de gas en turbo compresor CS2. 68
Tabla 32. Cilindros de CO_2 en turbo compresores CS1. 69
Tabla 33. Cilindros de CO_2 en turbo compresores CS2. 69
Tabla 34. Extintores en EM Campeche. 69
Tabla 35. Extintores disponibles para la atención de emergencias en válvulas de seccionamiento. 70
Tabla 36. Características de extintores. 71
Tabla 37. Detectores de gas portátiles. 72
Tabla 38. Equipo de protección personal. 73
Tabla 39. Recomendaciones técnico-operativas. 76
Tabla 40. Actividad del sector hidrocarburos (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA). 94
Tabla 41. Identificación de nodos para el análisis Hazop. 97
Tabla 42. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la población. 103
Tabla 43. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación al ambiente. 104
Tabla 44. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación al negocio. 104
Tabla 45. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la imagen. 105
Tabla 46. Escenarios de riesgo identificados en las regiones de riesgo ALARP y no tolerable. 106
Tabla 47. Frecuencia de ruptura de ductos. 112
Tabla 48. Escenarios de riesgo determinados por el HAZOP para la determinación de la tasa e inventario de fuga. 114
Tabla 49. Concentrado de resultados de las modelaciones de los casos hipóteticos de riesgo del STGNEM. 156
Tabla 50. Descripción de los posibles receptores de riesgo de acuerdo con lo establecido en la guía para la elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos. 180

VII. Sistemas de seguridad y medidas preventivas.

VII.1. Sistemas de seguridad

Para la administración de riesgos, los principales sistemas y medidas de seguridad con los que cuenta el proyecto son los siguientes:

Válvulas de seccionamiento. Se cuenta con 23 válvulas de seccionamiento tipo bola instaladas a lo largo del trayecto de forma subterránea a cada 30 km aproximadamente, de las cuales algunas cuentan con switch de baja presión o manual, con *by pass* y desfogue integrado:

-CSBP (Cuenta con switch de baja presión)

-NCSBP (No cuenta con switch baja presión)

- MLV 2-1 (CSBP)
- MLV 2-2 (CSBP)
- MLV1 (CSBP)
- MLV1A (CSBP)
- MLV2 (CSBP)
- MLV2A (CSBP)
- MLV3 (CSBP)
- MLV3A (CSBP)
- MLV4 (CSBP)
- MLV4B (CSBP)
- MLV5 (NCSBP)
- MLV5B (CSBP)
- MLV6 (NCSBP)
- MLV6B (CSBP)
- MLV7 (NCSBP)
- MLV7B (CSBP)

- MLV8 (NCSBP)
- MLV8B (CSBP)
- MLV9 (CSBP)
- MLV9B (CSBP)
- MLV10 (CSBP)
- MLV10B (CSBP)
- MLV11 (CSBP)
- MLV11B (CSBP)
- MLV12 (CSBP)
- MLV12B (CSBP)
- MLV13 (CSBP)
- MLV3B (CSBP)
- MLV14 (CSBP)
- MLV14B (CSBP)
- MLV15 (NCSBP)
- MLV15 (CSBP)
- MLV16 (CSBP)
- MLV16B (CSBP)
- MLV17 (CSBP)
- MLV17B (CSBP)
- MLV18 (NCSBP)
- MLV18B (CSBP)
- MLV19 (NCSBP)
- MLV20B (CSBP)

- MLV20 (CSBP)
- MLV20B (CSBP)
- MLV21 (NCSBP)
- MLV21B (CSBP)

Protección catódica. La tubería está protegida mecánicamente y mediante protección catódica a través de 19 rectificadores de corriente impresa para suministrar un promedio de potencial superior al mínimo de -0.85 volts, espaciados cada 41 km, contando cada uno con cama anódica de pozo profundo, asimismo se cuenta con 612 postes para la toma de potencial. Se cuenta con registros documentales de protección catódica, el monitoreo de la protección catódica se realiza mensual y anualmente en los rectificadores de corriente y semestralmente para la toma de potencial en campo.

Estaciones de compresión. Se cuenta con dispositivos de relevo de presión calibrados, dispositivos de paro locales, en el cuarto de control local o remotos, probados en periodos no mayores a un año. Para el mantenimiento de los paquetes de compresión se cuenta con personal de Energía Mayakan, como personal externo, basándose en sus procedimientos, manuales y programas de mantenimiento para su correcto funcionamiento, además de equipo y tubería para el desfogue del gas.

En la estación de compresión se cuenta con un almacén dedicado a materiales peligrosos, en el que los materiales combustibles que están presentes en cantidades mayores a las requeridas para el uso diario están a una distancia segura de la instalación de compresión.

Cada paquete de compresión tiene dispositivos de seguridad como lo son dos sensores de gas, tres detectores infrarrojos y tres detectores térmicos los cuales activan las válvulas solenoides de los tanques de CO_2 Que Sofocan cualquier conato de incendio que iniciara adentro del encabinado

Estaciones de regulación y/o medición. Se lleva a cabo el mantenimiento e inspección de la estación de medición y regulación de manera mensual, semestral y anual conforme su manual de operación y mantenimiento, llevándose los reportes listados a continuación:

- Operación del sistema.
- Mantenimiento a filtros.
- Inspección de válvulas mensual y semestral. o Inspección a medidores mensual y trianual. o Medición de espesores quinquenal.
- Inspección de fugas anual.

- Inspección de válvulas de releve anual.

El mantenimiento y calibración de los dispositivos de relevo de presión se realiza en sitio, en el mismo lugar.

Prevención de incendios accidentales. A fin de evitar el peligro de la ignición accidental de gas natural, se toman las medidas necesarias para reducir al mínimo dicho riesgo en cualquier área de trabajo y/o en construcción o donde la posibilidad de que exista una fuga de gas constituya un peligro de incendio o explosión. Para ello se tienen procedimientos de seguridad para la prevención de la ignición accidental.

Instalaciones de entrega. El sistema de transporte cuenta con varios usuarios, estos son sistemas de transporte para usos propios e instalaciones de aprovechamiento, las estaciones de entrega están incluidos dentro del manual de operación y mantenimiento.

El programa de mantenimiento comprende a las estaciones de entrega de los usuarios, el cual puede ser la válvula troncal o bien una estación de regulación y medición del usuario, el mantenimiento se desarrolla con un protocolo de verificación e inspección dividido 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. La frecuencia de los planes de mantenimiento puede ser mensual, bimestral, trimestral, semestral y/o anual.

Medición de espesores. Se realiza la medición de espesores en tuberías superficiales de acero con frecuencia quinquenal.

Trampas de envío y recepción de diablos (limpieza de ductos). Sistema de limpieza de gasoductos diseñado y fabricado de acuerdo con la NOM-007-ASEA-2016 y ASME Sección VIII Div. 1 edición 2017 para el servicio de inserción de dispositivos para el mantenimiento e inspección de las tuberías del sistema de transporte.

Fuentes de energía eléctrica. Los rectificadores de corriente impresa son monitoreados 2 veces por mes, son ajustados si las condiciones del terreno aumentan la resistividad, para ello se emplean registros donde se muestran los datos tomados de cada uno de los rectificadores. Los rectificadores están conectados a tierra, las terminales se encuentran aisladas. El equipo eléctrico instalado (rectificadores de corriente) y los cables que transportan corriente eléctrica para el sistema de protección catódica están instalados de manera que no se pueda realizar la desconexión dentro del área de riesgo sin suspender la energía al sistema de protección catódica. Los cables están protegidos para prevenir su ruptura. Se cuenta con señalamientos de advertencia que indica instalaciones energizadas.

Recursos humanos y materiales. Se cuenta con personal capacitado para la inspección de fugas, se cuenta con equipo de detección de fugas, planos actualizados del sistema y vehículos de transporte.

Camas anódicas. Se tiene instalada una cama de ánodos de pozo profundo por rectificador las cuales disponen de venteos, cada cama cuenta con 10 ánodos inertes.

Aislamientos eléctricos. Los aislamientos eléctricos se revisan de manera anual por un tercero, a fin de garantizar el buen funcionamiento de los aislamientos eléctricos de la protección catódica.

Recubrimientos. Se realiza inspecciones del recubrimiento dieléctrico de las tuberías que se encuentren en la superficie y en áreas expuestas. Las tuberías superficiales están protegidas con un recubrimiento de color blanco en tuberías y válvulas y de color amarillo en bridas.

Potenciales tubo-suelo. Se realiza el levantamiento de potencial en la totalidad del sistema, esta se realiza de manera semestral, siendo complementada con las tomas de potenciales de los testigos metálicos a lo largo del gasoducto que monitorean la polarización del ducto una vez por año a lo largo del sistema de transporte, asentando y archivando los resultados.

Señalización. Las ERM, EM y CS cuentan con extintores, señalización restrictivos y preventivos, los sistemas de medición están resguardados dentro de la caseta que cuenta con ventilación cruzada. La franja de desarrollo cuenta con postes de concreto y en la parte superior con una lámina rotulada con información del combustible.

Señalización en ERM.

- PRECAUCIÓN GAS NATURAL.
- ENERGÍA MAYAKAN, S. DE R.L. DE C.V.
- Estación de regulación y medición.
- Número de caseta.
- Teléfono de emergencias 800-713-25-66.
- Prohibido fumar.
- Prohibido estacionarse.
- Solo personal autorizado.
- Prohibido genera chispa.
- Área restringida. o Prohibido operar

- Imágenes ilustrativas de uso de equipo de protección personal.
- Prohibido generar flama abierta.

Señalización en lámina de poste. El tramo de la tubería de acero enterrado cuenta con postes de señalamiento (poste de concreto con una placa de lámina en la parte superior), que indican la franja de afectación en los cuales se verificó que utilizan fondo de color amarillo con letras de color negro y contienen número telefónico de emergencias, gas natural y señales de no cavar.

GASODUCTO ALTA presión.

- No invadir derecho de vía.
- ENERGÍA MAYAKAN, S. DE R.L. DE C.V.
- No excavar.
- No golpear.
- No construir.
- Teléfono de emergencias 0800-713-25-66

Inspección de fugas. Se cuenta con equipos para inspección de fugas en uniones bridadas de las instalaciones superficiales y en la línea regular. Los equipos utilizados son de tipo portátil y detectan concentraciones de gas mínimas de 5 partes por millón.

Procedimientos de operación y mantenimiento. Se cuenta con manual de procedimientos de operación, mantenimiento y atención a emergencias, programa anual de operación y mantenimiento donde se incluyen las actividades que se desarrollarán, así como su periodicidad. El manual de operación y mantenimiento incluye los procedimientos de la operación normal de gasoducto y la operar anormal.

Investigación de fallas y accidentes. Se cuenta con el procedimiento para la identificación de riesgos en el sistema de transporte de gas natural, el cual describe la identificación de los riesgos, metodología empleada para la identificación de riesgos, principios de análisis, puntos de riesgo y riesgos potenciales identificables.

Fugas y rupturas. Se cuenta con el procedimiento y formato para poder realizar la reparación de fugas que se presenten en la tubería.

Programa de capacitación y entrenamiento. Se imparte capacitación al personal encargado de la Operación y Mantenimiento del sistema de transporte de gas natural, los registros de cada capacitación impartida a los operarios incluyen.

- Operación normal del sistema.
- Operación anormal y de emergencia o procedimientos relativos al uso de equipo contra incendio.
- Registro de la capacitación y entrenamiento al personal.
- Realización de simulacros.

Dictámenes de operación vigentes. El sistema de transporte y sus ramales cuentan con dictamen de verificación vigente emitido por una Unidad de Verificación acreditada y aprobada por la **ASEA**.

Inspección mediante equipo instrumentado (ILI). Se realizada a inspección interior de las tuberías mediante equipo instrumentado (ILI). Estas inspecciones están enfocadas en detectar y dimensionar anomalías en las paredes de los ductos como pueden ser: corrosión interna, externa, grietas, deformaciones, etc.

DCVG (Direct Current Voltage Gradient). Se realiza inspección para determinar la necesidad de rehabilitación del recubrimiento. Para ello se ubican con precisión los defectos, se determina su importancia y su posterior reparación.

CIS (Close Interval Survey). Se realiza inspección que permite realizar el levantamiento de un perfil de potenciales continuo para realizar la evaluación del nivel de polarización de la tubería.

Vigilancia continua. El patrullaje del sistema es acorde al programa y evidencias mensuales, siendo ejecutado a pie o en camioneta y bimestralmente se realiza celaje aéreo, disponiendo de los registros en el que se anotan las condiciones del sistema. Se cuenta con personal con experiencia para detectar cambios en la franja de desarrollo, así mismo se realiza vigilancia en la ERM de manera mensual acorde al procedimiento de patrullaje.

Acondicionador de flujo. Dispositivo mecánico diseñado para conformar el perfil de velocidad de un flujo irregular a un perfil de velocidad de flujo laminar.

Alarma. Dispositivo o función que indica la existencia de una condición anormal en el centro de trabajo por medio de una señal visible y/o audible, con el propósito de alertar al personal.

Computador de flujo. Equipo electrónico de cómputo de tipo industrial dedicado al cálculo y totalización de flujo que pasa por un punto de medición definido previamente. Adicionalmente, puede realizar tareas de control, monitoreo y almacenamiento de datos relacionados al control administrativo de una estación de medición.

Comunicación inalámbrica. Mediante el uso de microondas es posible la comunicación inalámbrica en la cual no se requiere el uso de cables o conexiones físicas entre dos puntos para el envío de información o datos.

Estación o patín de medición de flujo. Instalación constituida por instrumentos locales y electrónicos, equipos, tuberías, válvulas y accesorios que en su conjunto miden un fluido bajo ciertas condiciones de exactitud.

SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Es un Sistema de control y adquisición de datos basado en hardware y software para monitoreo y control de funciones de proceso a distancia. La intención es una operación atendida las 24 horas de todo el sistema de transporte desde el Centro de Control Central.

Filosofía de control

La filosofía de diseño del sistema de control es que las operaciones del gasoducto sean controladas remotamente desde el Centro de Control Central ubicado en la ciudad de Mérida y proporcionar operaciones seguras y confiables del sistema de gasoducto. La intención es una operación atendida las 24 horas para el Centro de Control Central. Se efectuará mantenimiento de rutina y calibración de medidores y se actualizarán los registros durante un turno de ocho horas al día, según sea necesario para cumplir con los requerimientos reglamentarios.

Las estaciones de recepción y entrega no estarán atendidas y serán operadas vía el sistema SCADA. La computadora de flujo/RTU dará al operador en el Centro de Control Central la capacidad para operar las estaciones de recepción y entrega a través del sistema SCADA.

Estructura del sistema

Un sistema Maestro de Supervisión de Control y Captura de Datos (SCADA), situado en el Centro de Control Central en la ciudad de Mérida, vigilará y controlará la operación entera del gasoducto.

Se instalarán en la sala de control de la Estación de Compresión CS1 tres tableros de control de unidad de compresión y el sistema SCADA Maestro. Cada PLC de tablero decontrol se comunicará con el sistema SCADA Maestro empleado una red LAN Ethernet basada en TCPO/IP o protocolos similares mutuamente aceptables. El control de cada estación controla a los tres turbocompresores y sirve como interfaz entre los requerimientos del controlador humanos y los comandos que el control de estación envía a los turbo compresores para satisfacer dichos requerimientos. Todo esto sucede a través del sistema SCADA.

La Estación de Recepción en Cuxtal y las estaciones de entrega en Campeche, Mérida II y III, y Valladolid serán vigiladas vía satélite por el sistema SCADA Maestro.

Las válvulas de bloqueo del ducto principal serán operadas localmente. No se proveerá equipo SCADA en

los sitios de válvula de bloqueo de ducto principal.

SUPERVISIÓN DE CONTROL Y CAPTURA DE DATOS (SCADA)

Introducción

La arquitectura del sistema SCADA propuesto para el gasoducto está diseñado para cumplir con los siguientes objetivos:

- Alta confiabilidad y alta disponibilidad.
- Tolerancia de desperfecto sin punto único de falla.
- Desempeño excelente aún bajo condiciones de carga alta.
- Capacidades de respaldo de emergencia.
- Interfaz Hombre-Máquina amistosa para el usuario.
- Recopilación de datos históricos para fines de tendencias y reportes.
- Acceso seguro a las funciones de datos y control.
- Normas de sistemas abiertos para interfaces y protocolos.
- Capacidades de expansión para la totalidad de los 30 años de la etapa de operación y mantenimiento del **Proyecto**. El diseño modular facilitará las actualizaciones y expansiones.
- Facilidad de soporte y mantenimiento.

Se logrará alta confiabilidad y disponibilidad al hacer redundantes todos los componentes críticos del sistema, así como incorporar fuentes de poder redundantes en el equipo de red.

La tolerancia de desperfectos se logrará mediante servidores en reserva en calientepara el SCADA, modelos de gasoducto, simulación y sistemas de detección de fuga. Dos consolas de operador de dos pantallas proporcionarán respaldo en caso de una falla de consola. También, se proveerá redundancia en el sistema de comunicaciones a las RTU mediante uso de medios de respaldo al marcar número a y desde los sitios remotos.

El sistema SCADA proporcionará el nivel de desempeño requerido bajo las condiciones de carga más extremas que se puedan prever para el sistema, tales como cuando se presenten condiciones transitorias importantes. El sistema estará diseñado para proporcionar los recursos requeridos tales como ciclos de UCP, ancho de banda LAN y acceso a base de datos durante estos períodos de carga importante.

El Centro de Control de Soporte de Emergencia será usado siempre que se presente un evento catastrófico tal como un incendio o una inundación en el Centro de Control Central. El Centro de Control de Soporte de Emergencia ofrecerá los requerimientos mínimos para controlar el gasoducto y podrá ser movilizado rápidamente.

El sistema usará gráficos basados en Windows, con mandos de navegación y control amistosos para el usuario, utilizando un interfaz de usuario de “apunta y click”. Los mandos de control requerirán confirmación. Todos los despliegues y reportes serán en español.

El sistema SCADA Maestro proporcionará un archivo completo de datos históricos que conservará en línea los datos de tiempo real durante tres meses y archivará los datos para almacenamiento a más largo plazo. Las computadoras de flujo en las estaciones de entrega conservarán los datos de archivo durante 35 días. Los datos históricos estarán accesibles a través de la LAN Corporativa en el Centro de Control Central empleando acceso por Lenguaje de Interrogación **Estructurada (SQL) estándar.**

Un componente crítico de cualquier sistema SCADA es la seguridad de tanto los datos como las funciones de mando. El sistema SCADA proporcionará niveles múltiples de acceso de usuario, controlados por verificación de nombre y contraseña de usuario.

El sistema SCADA usará una arquitectura abierta de cliente/servidor que permitirá la adición futura de equipo (hardware) con tecnología nueva. El sistema instalado inicial estará dimensionado para acomodar los requerimientos de expansión previstos del sistema durante los 30 años de operación y mantenimiento. La arquitectura distribuida abierta del sistema permitirá expansión más allá de los requerimientos previstos.

El sistema SCADA vendrá totalmente equipado con todo el software de mantenimiento necesario para mantener las bases de datos, despliegue, conectividad de red, funcionesde computadora de flujo, etc. Las herramientas requeridas para soportar cualquier actualización del sistema se proveerán según se requieran.

Las secciones siguientes proporcionan más detalles sobre las RTU, computadoras de flujo, comunicaciones y el proceso de prueba, instalación y puesta en servicio que seguirá.

Sistema SCADA Maestro

El sistema SCADA Maestro estará situado en el Centro de Control Central en la ciudad de Mérida. Se muestra la arquitectura del sistema en el Dibujo No. JJ-JD-00001 en el Apéndice 17. El sistema usará una arquitectura de cliente/servidor con dos LAN Ethernet para proporcionar redundancia de la red.

Ambas estaciones de operador tendrán dos pantallas. Cada estación de doble pantalla está bajo el control

de un teclado y un ratón y cada una proporciona un área amplia que se puede usar para observar ubicaciones múltiples en el gasoducto simultáneamente. Una estación de operador proporciona soporte a la otra en caso de falla de equipo. Todos los despliegues y reportes asociados con el MMI de SCADA serán en español.

Además, una estación de trabajo de ingeniería separada permitirá cambiar bases de datos y configuraciones de despliegue sin interrumpir la operación del sistema SCADA.

El servidor de datos históricos tiene discos espejos para proporcionar redundancia de los datos históricos.

El sistema de modelos, simulación y detección de fuga estará en interfaz con la base dedatos en tiempo real de SCADA a través del LAN para recabar datos en tiempo real y mandar información de vuelta al sistema SCADA.

Las comunicaciones a los sitios remotos serán proporcionadas mediante multiplexadores de comunicaciones dobles y un puente digital. El puente digital estará conectado al eje de comunicación por satélite como el enlace primario de comunicaciones.

VII.2. Comunicaciones

Las comunicaciones a los sitios remotos serán por vía de satélite a 9600 baud. Se da una descripción más detallada del subsistema de comunicaciones en la Subsección 8.5. Además, se proveerán comunicaciones de respaldo a través de un segundo enlace satelital.

Sitios Remotos

La configuración inicial del sistema tendrá los siguientes sitios remotos:

- Punto de Recepción.
- CS#1 cerca de Ciudad Pemex (kp 6,9).
- Punto de Entrega Campeche.
- Puntos de Entrega Mérida II y Mérida III.
- Punto de Entrega Valladolid.

El sistema SCADA Maestro estará en comunicación con el sistema de control local de la estación de compresión por vía de un enlace satelital en CS1 y en CS2. Estos enlaces proporcionarán datos en tiempo

real sobre la situación de la estación de compresión a los operadoresen el Centro de Control Central, y comunicará sus mandos de control y punto fijado paraajustar la operación de los compresores.

La comunicación entre el Centro de Control Central y las estaciones de medición será mediante enlace por satélite. Los datos en tiempo real desde las estaciones de medición serán transferidos al SCADA Maestro. El operador en el Centro de Control Central podrá emitir mandos de control y punto fijado a la RTU.

Cada una de las estaciones de medición tendrá una RTU/computadora de flujo paraoperaciones y funciones de medición de flujo. La computadora de flujo/RTU también se comunicará con un cromatógrafo de gas por un puerto serial para recabar los parámetros de análisis de gas para uso en los cálculos.

Centro de Vigilancia de Mérida.

Se proveerá capacidad de comunicaciones de voz y datos a través de la red corporativa (telefonía IP) en un edificio de oficinas comerciales en Mérida, para vigilar la operación del gasoducto. Una consola de operador de tres estaciones de trabajo estará configurada para vigilar y observar únicamente.

Historiales de Medición

Las computadoras de flujo mantendrán un historial de 35 días (840 horas) de datos de mediciónу modificaciones de parámetros. Cada día, el SCADA Maestro usará un enlace satelital para extraer los datos diarios de la computadora de flujo. Entonces se archivarán estos datos en el sistema SCADA Maestro para captura por los programas de aplicaciones que corren en el sistema Corporativo.

La computadora de flujo es parte de la RTU. Se proveerán computadoras de flujo control wave redundantes.

Documentación

Se proveerán en español e inglés manuales de operación y mantenimiento que serán generados específicamente para el proyecto. Todos los demás manuales proporcionados como parte del proyecto, tales como manuales de proveedores de hardware, quedarán en inglés.

Modelo Dinámico del Gasoducto

Se proporcionará un modelo dinámico del gasoducto, usando información del sistema SCADA en tiempo real. El modelo incluirá un módulo analizador de fuga transitoria que proporcionará detección de fugas, ubicación y predicción de tiempo de supervivencia.

Modelo Dinámico. El componente en-línea del sistema incluirá una simulación matemática continua de las operaciones reales del gasoducto, usando datos en-línea aportados en tiempo real desde el sistema SCADA. Este sistema de modelado en-línea es el núcleo de la parte de detección de fugas del paquete. Por su propia cuenta, se le considera como una herramienta de vigilancia del gasoducto para asistir a los operadores del gasoducto a manejar éste en forma segura y confiable. Filtrará los datos en bruto de SCADA en cuanto a precisión, calculará valores para los puntos SCADA durante las ausencias de datos, calculará los valores de datos donde no exista SCADA, y efectuará auto calibración que pueda ayudar a detectar sensores en proceso dedegeneración.

El modelo en línea podrá recibir datos del sistema SCADA, y exportar datos desde la simulación de funcionamiento de vuelta al sistema SCADA o a otras aplicaciones. Los datos generados por la simulación estarán disponibles para el sistema SCADA como datos de seudo-RTU; también se pasarán las señales de alarma al subsistema procesador de alarmas de SCADA.

Detección/Ubicación de Fugas. Como suplemento del modelo en-línea, se instalará un módulo analizador de fugas. Mientras que el modelo dinámico en-línea haráel mejor uso posible de los datos disponibles en la base de datos de SCADA para reconstruir el comportamiento hidráulico del gas, el analizador de fugas investigará las tendencias en los estados reconstruidos para detectar la existencia y ubicación de anomalías hidráulicas (fugas) en el ducto. Si se detecta una fuga, se da una alarma que muestra la ubicación de la fuga, la hora a que empezó la fuga, el ritmo de la fuga, y un nivel de confianza para la fuga.

Predicción de Tiempo de Supervivencia. Partiendo del estado actual del gasoducto, el operador podrá iniciar una función predictora que correrá más rápidamente que el tiempo real para predecir condiciones de operación futuras. Se usará esto para evaluar las estrategias operacionales.

Simulación Fuera de Línea. Para planeación y análisis, se proveerá unsimulador de transientes fuera-de-línea que podrá correr independientemente del sistema en-línea.

Sistemas de control de estación.

Filosofía de Diseño.

El diseño del sistema de gasoducto está basado en lo siguiente:

- La estación de compresión puede ser operada por control de presión de descarga o por control de flujo, dependiendo de las condiciones del sistema
- Las Estaciones de Compresión CS1 y CS2 estarán diseñadas para operación remota.
- La estación de recepción, así como las estaciones de entrega están diseñadas para operación remota.
- Los puntos fijados de válvula de control primario de estación de entrega/recepción serán normalmente determinados a control remoto. Los puntos fijados de las válvulas de control de monitor no serán determinables a control remoto.
- Está prevista la operación ESD remota.
- La selección automática de número de tubos de medición se hará dependiendo del flujo.
- La selección del número de unidades de compresión la hará el operador.

El sistema local de control de estación vigilará y controlará las válvulas de estación de compresión y el equipo periférico de la estación mediante demanda manual. Este mismo sistema manejará los puntos fijados para todas las alarmas y cierres relacionados con la estación, y puntos fijados de unidad seleccionados. Cada tablero de control de unidad controlará su compresor correspondiente, incluyendo las válvulas operadas por gas de succión y descarga de la unidad. El reparto de carga para los tres compresores será controlado por un módulo en uno de los tres tableros de control de la unidad.

Las condiciones anormales darán una alarma. La continuación de condiciones anormales podrá causar un cierre, de acuerdo con los programas de causa y efecto residentes en los tableros de control de la unidad y en el sistema SCADA.

Un sistema de cierre de emergencia residirá en los tableros de control de unidad. En una emergencia, el sistema ESD tomará prioridad sobre el control SCADA. La funcionalidad de ESD estará separada de las demás funciones SCADA/RTU.

Se proveerá una Fuente de Poder Ininterrumpible (UPS) en cada punto de entrega y en la estación de compresión.

Los puntos de entrega estarán controlados/vigilados por una computadora de flujo/RTU local.

Estación de Recepción

La Estación de Recepción será vigilada/controlada por una computadora de flujo/RTU primaria, con una computadora de flujo/RTU de soporte operando como unidad de reserva en caliente. Una UPS surtirá energía a la computadora de flujo/RTU, al equipo de telecomunicaciones, y al controlador de cromatógrafo de gas.

La unidad de cromatógrafo de gas estará instalada en un área peligrosa cerca del ductode gas, mientras que su controlador estará ubicado con las computadoras de flujo en untablero de control en un área no peligrosa.

Estación de Entrega

Cada estación de entrega será vigilada y controlada por una computadora de flujo/RTU primaria. Una computadora de flujo/RTU de soporte operará como unidad de reserva encaliente. Cada punto de entrega contará con una UPS adecuada para surtir energía a la computadora de flujo/RTU, al equipo de telecomunicaciones, y al controlador de cromatógrafo de gas.

En cada punto de entrega el gas entrará a la instalación de medición por vía de una válvula ESD normalmente abierta. Esta válvula podrá ser operada bien sea a control remoto desde el Centro de Control Central o localmente en el sitio. Válvulas de venteo, situadas inmediatamente corriente abajo de las válvulas ESD, tendrán que ser operadas manualmente cuando se cierren las válvulas ESD.

Los calentadores de gas serán controlados localmente. Se transmitirán las siguientes señales a/desde la computadora de flujo/RTU local:

- Una alarma de problema común para los calentadores tanto en operación como de reserva.
- Una señal de salida del cromatógrafo de gas.
- Alarmas de nivel de depurador.

Estación de Compresión

Cada tablero de control de unidad tendrá medios de arranque automático, aceleración a la velocidad de operación, control de secuencias, vigilancia de motor de turbina y compresor durante la operación, así como paro normal y por desperfecto.

Además, cada sistema de control de unidad de compresor controlará la velocidad de su compresor,

válvulas de entrada y salida y control de sobrecarga. Un bucle de control de sobrecarga en el tablero de control de unidad salvaguardará al compresor contra sobrecarga durante períodos de bajo flujo de gas. Un bucle de recirculación en caliente será provisto para protección del compresor y el sistema.

El elemento central de cada tablero de control de unidad es un Sistema de Control de Microprocesador Turbotronic. Los elementos principales del sistema el Controlador de Lógica Programable (PLC), módulos de entrada y salida, terminal de despliegue y un sistema de respaldo por relevadores.

El PLC realizará funciones de control proporcional, ordenamiento de secuencia y protección, y detección y anuncio de condiciones anormales de operación. El PLC controlará las secuencias de arranque, operación y Paro. Dispositivos de estado sólido,conmutadores de control, transmisores de velocidad, presión y temperatura, relevadores, solenoides, y monitores de vibración de estado sólido proporcionarán al PLC las señales de datos necesarias para controlar y mantener la velocidad del motor y temperatura de turbina a niveles seguros.

Durante la operación, el sistema de control, por medio de dispositivos automáticos de aviso y cierre, protegerá al motor de turbina y al compresor contra posibles daños resultantes de peligros tales como vibración excesiva, velocidad excesiva de la turbina, alta temperatura del motor, baja presión de aceite lubricante, y temperatura excesiva del aceite.

En caso de condición anormal o desperfecto, el sistema de control activará un circuito que indique la naturaleza del desperfecto. Cuando se despliegue una alarma o disparo en la terminal de despliegue se iniciará una secuencia de operaciones apropiadas en respuesta a la condición detectada. En caso de una falla del sistema de control, el sistema relevador de soporte proporcionará una parada segura. Los relevadores de soporte operarán el sistema de aceite lubricante y demás subsistemas, según requerido, para evitar daño al motor de turbina y al equipo impulsado durante el cierre. Las condiciones de operación serán transmitidas a la CFE y a Pemex.

Los mandos de arranque y parada normal estarán cableados en forma permanente a los tableros de control de unidad.

El reparto de carga de los tres compresores será controlado por el control de estación.

Las funciones de estación tales como control/situación de las válvulas de la estación, equipo de protección contra incendio, tanque de gas de instrumentos, depuradores y demás equipo periférico de la estación serán controlados/vigilados desde el sistema SCADA Maestro.

Estación de Válvula de Bloqueo

Las válvulas de bloqueo del ducto principal serán operadas por gas con frascos volumétricos

dimensionados para un ciclo completo de abrir/cerrar con cierreautomático a baja presión. Se proveerá control manual local del actuador. No se proveerán vigilancia remota de situación de válvula o controles remotos.

Estación de Diablos

Las estaciones futuras de trampa de diablos serán operadas manualmente. Se proveerán termopozos y conexiones con válvula en los ductos de proceso para acomodar la instalación futura de instrumentación requerida para operar la estación de compresión futura.

Telecomunicaciones

Descripción General

El sistema de telecomunicación para el Gasoducto está diseñado de manera que se puedan cubrir las necesidades tanto actuales como futuras para transmisión de datos, voz y comunicaciones móviles. El sistema está diseñado para soportar la filosofía de operaciones y mantenimiento del gasoducto según descrita en las Secciones 3 y 15, con una disponibilidad de sistema de 99.9% o mejor.

Se especificarán tecnología y equipo de punta, probados en aplicaciones de gasoducto. La tecnología de satélite formará la parte medular del sistema de telecomunicaciones,ya que reduce al mínimo los requerimientos de tierra, e incrementa la seguridad al reducir la cantidad de equipo que estará situado a lo largo de la ruta del gasoducto.

Sistema de Comunicación por Voz

El sistema de comunicación por voz, empleando telefonía IP, proporcionará alta disponibilidad de comunicaciones entre al Centro de Control Central, la CFE, PGPB, las plantas de CFE, estaciones de compresión, estaciones de entrega, los puntos de recepción, y las unidades móviles. Los siguientes subsistemas formarán el sistema de comunicaciones por voz:

Comunicaciones móviles

Comunicaciones por Voz – Fijas. El Centro de Control Central estará equipadocon un sistema de relefonía IP, y por Telmex.

El respaldo al Centro de Control Central también estará equipado con un sistema de telefonía IP, celular y línea Telmex.

La estación de compresión CS2 estará equipada con un sistema de telefonía IP y celular.

Sistema de Comunicación de Datos

Las comunicaciones de datos entre las plantas individuales de CFE y su respectivo punto de entrega se implementan de acuerdo a las necesidades de la central, ENGIE proporciona un puerto en la RTU de ERM, lo mismo aplica para las comunicaciones de datos entre la Estación de Recepción y la planta de PGPB.

Las necesidades de SCADA y de la comunicación por satélite estarán integradas y serán verificadas de punta a punta para asegurar una operación confiable.

CS2 estará conectada al centro de operaciones por enlaces de satélite.

Según descrito en la Subsección 8.3.5, las comunicaciones a sitios remotos del EBCC se establecerán a través de un sistema de respaldo satelital. Si el EBCC está en uso por un período largo debido a daño en el CCC y el eje de satélite está operando, entonces se puede proveer la conexión del EBCC al eje de satélite para restablecer los enlaces primarios por satélite a los sitios remotos. Esta conexión requerirá la instalación de enlaces de comunicación adicionales al EBCC y su procura se hará de fuentes locales, de estar disponibles. Se definirá esta procura en el Plan de Respuesta de Emergencia que se desarrollará como parte del proceso de diseño del sistema SCADA.

Se proveerá un sistema LAN para soportar el flujo de información interna y acceso al sistema entre todos los dispositivos de cómputo, máquina de fax e impresoras de la oficina. También se proveerán medios para comunicación por correo electrónico.

Capacidad y Expansión Futura

En lo futuro, al ampliarse la cobertura celular, más áreas a lo largo de la ruta del gasoducto tendrán servicio celular El servicios celular se amplían fácilmente agregando más radios. Es decir, la expansión del sistema dependerá de los servicios satelitales disponibles y las especificaciones de compatibilidad están bajo control del proveedor de telecom.

Modelo Dinámico del Gasoducto (Software Synergi Pipeline Simulator; Transient flow simulation for both liquid and gas pipelines). El componente en línea del sistema incluye una simulación matemática continua de las operaciones reales del gasoducto, usando datos en línea aportados en tiempo real desde el sistema SCADA. Por su propia cuenta, se le considera como una herramienta de vigilancia del gasoducto para asistir a los operadores a manejar éste en forma segura y confiable. Filtra los datos en bruto de SCADA en cuanto a precisión, calcula valores para los puntos SCADA durante las ausencias de datos, calcula los valores de datos donde no existe SCADA y efectúa auto calibración que puede ayudar a detectar sensores en proceso de degeneración.

El modelo en línea puede recibir datos del sistema SCADA, y exportar datos desde la simulación de funcionamiento de vuelta al sistema SCADA o a otras aplicaciones. Los datos generados por la simulación están disponibles para el sistema SCADA como datos de seudo-RTU; también se pasan las señales de alarma al subsistema procesador de alarmas de SCADA.

Detección/Ubicación de Fugas (Software SynergiTM Pipeline Simulator; Leakfinder). Se cuenta con un módulo analizador de fugas. Mientras que el modelo dinámico en línea analiza los datos disponibles en la base de datos de SCADA para reconstruir el comportamiento hidráulico del gas, el analizador de fugas investiga las tendencias en los estados reconstruidos para detectar la existencia y ubicación de anomalías hidráulicas (fugas) en el ducto. Si se detecta una fuga, se da una alarma que muestra la ubicación de la fuga, la hora a que empezó la fuga, el ritmo de la fuga, y un nivel de confianza para la fuga.

Tablero de seguridad. Equipo formado por dispositivos, circuitos, interruptores y otros elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, donde interaccionan las señales de entrada provenientes de los detectores y estaciones manuales de alarmas, generando señales que activan las alarmas. Pueden hacer funcionar los sistemas automáticos para el combate de incidentes no tolerables, además de transmitir la información recabada a los sistemas que controlan el proceso de una instalación industrial y a otros sistemas relacionados con la seguridad.

Software iM SAI. Este software permite jerarquizar el riesgo en los distintos segmentos del sistema de transporte, realizar evaluaciones de integridad mecánica de las anomalías contenidas en las paredes de los ductos. Lo anterior para priorizar las actividades de mantenimiento y mitigación según corresponda.

VII.3. Medidas preventivas

Plan de Atención de Emergencias Interno (PAEI)

Estructura para dar respuesta a la emergencia

Para dar respuesta a las emergencias en Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan S. de R.L de C.V, se presenta el plan de emergencias para dar respuesta sistemática y precisa a potenciales situaciones o condiciones de emergencia a fin de minimizar los peligros que puedan resultar de una instalación de gas natural. A continuación, se mencionan los objetivos primordiales de este plan:

- Priorizar la seguridad de las personas;
- Preservar la propiedad;
- Minimizar la magnitud del daño;
- Capacitar al personal sobre procedimientos de emergencia;

- Restablecer los servicios esenciales en forma segura y rápida e Investigar la causa de la falla; y
- Directorio Interno para comunicación de la emergencia.

En la tabla se encuentra el directorio interno para la atención de emergencias.

Tabla 1. Directorio interno de personal para la atención de emergencias.

Nombre	Cargo	Teléfono
Darío Acopa	Gerente de Operaciones	9999 445005
Lauro Espinosa	Coordinador de ductos	999 947 7862
Enrique Portilla	Coordinador de Mantenimiento	999 157 9528
Mario Pech	Coordinador de Control de Gas	999 955 0077
José Arrocha	Coordinador de Compresión	999 298 8047
Eduardo Lara	Supervisor de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (HSSE)	999 368 6522
Juan C. Cueto	Jefe de Sector Mérida	999 947 9624
David Rafael	Jefe de Sector Tabasco	999 357 1645
Jesús May	Especialista en integridad de ductos	999 738 9063
Enrique Zavala	Técnico Instrumentista	999 738 5472
Felipe Montiel	Técnico Instrumentista	999 163 1862
Fernando Perea	Técnico Instrumentista	999 163 1897
Oscar Coral	Técnico Instrumentista	999 133 5946
Fernando Ruíz	Técnico Instrumentista	999 947 8332
Hugo Carrasco	Técnico Instrumentista	554 346 9827
Armando Uzcanga	Supervisor de Ductos	999 947 7841
Gerardo Romero	Supervisor de Ductos	999 366 8900
Roberto Lezama	Supervisor de Ductos	999 649 0267
Daniel Arias	Supervisor de Ductos	936 384 0132
Felipe Couoh	Supervisor de Ductos	999 900 8038
Roberto Córdova	Supervisor de Ductos	999 575 3981

Nombre	Cargo	Teléfono
Abel García	Técnico de Compresión	999 193-7336
Ysidro García	Técnico de Compresión	999 910 0509
Adrián Zamora	Técnico de Compresión	999 298 8434
Carmen Ricardez Ricardez	Coordinador Tabasco - Campeche GRUPO GEOS, S.A. DE C.V.	933 153 1835
Samuel Alcudia de la Rosa	Supervisor Yucatán GRUPO GEOS, S.A. DE C.V.	999 354 9404

Tabla 2. Directorio interno de estaciones y oficina para la atención de emergencias

Estación	Localización	Teléfono
Estación de Compresión CS1	Macuspana, Tabasco	55 5284 4000 ext. 6101
Estación de Compresión CS2	Champotón, Campeche	283481 solo a través de cuarto de control
Guardia pasiva cuarto de control	Mérida, Yucatán	999 163 3272
Oficinas Energía Mayakan	Mérida, Yucatán	999 944 5005
Almacén	Umán, Yucatán	999 946 2769
Estación de Medición Mérida III	Mérida, Yucatán	999 919 0639

Procedimientos específicos para dar respuesta a los posibles eventos de riesgo identificados en la instalación.

Para dar respuesta a las emergencias en Energía Mayakan S de R. L de C.V. cuenta con procedimientos específicos para dar respuesta y recuperación en caso de fugas, incendios, explosiones, sabotaje, primeros auxilios, eventos naturales y contingencias en el centro de control. De igual manera se presentan los procedimientos para atención a emergencias en coordinación con AES Mérida III y CFE Valladolid. Los procedimientos aplicables en caso de emergencias que se incluyen en el Plan de Respuesta a Emergencias de Energía Mayakan, S. de R.L. de C.V. se enlistan a continuación:

1) TECNICA-E-MA-01 Manejo de la Comunicación durante una Crisis en ENGIE México.
2) TRANSPORTE-SEG-IN-14 Prevención y respuesta ante presencia de huracanes en instalaciones superficiales.
3) TRANSPORTE-SEG-IN-04 Procedimiento para situaciones peligrosas en el ducto.

4) TRANSPORTE-SEG-IN-11 Condiciones naturales adversas.

5) TRANSPORTE-SEG-IN-15 Respuesta en caso de asalto al centro de control de gas.

6) TRANSPORTE-SEG-IN-16 Contingencias en el centro de control de gas principal (Mérida) y CS-1.

7) TRANSPORTE-SEG-IN-07 Respuesta a emergencias Mayakan con AES Mérida III.

8) TRANSPORTE-SEG-IN-08 Procedimiento de respuesta a emergencias CFE Valladolid.

9) TRANSPORTE-SEG-IN-09 Procedimiento Respuesta a Emergencias Valladolid III.

10) TRANSPORTE-SEG-IN-10 Notificaciones de Emergencia.

11) TRANSPORTE-OCG-PR-01 Operaciones de Control de Gas (comunicación entre cuarto de control y personal de campo).

12) TRANSPORTE-SEG-IN-06 Procedimiento de simulacro de emergencia.

13) TRANSPORTE-MAN-PR-07 Monitoreo, detección y clasificación de fugas.

14) TRANSPORTE-DDV-PR-01 Procedimiento de Mantenimiento de Derecho de Vía.

15) SEGURIDAD-PR-07 Atención de Emergencias Médicas.

16) SEGURIDAD-PR-01 Gestión de Incidentes y Accidentes de Trabajo.

17) SEGURIDAD-PR-02 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

18) SEGURIDAD-PR-02-GU01 Guía de primeros Auxilios.

19) SEGURIDAD-PR-01-GU02 Atención de Emergencias Ocasionadas por Huracanes.

20) SEGURIDAD-PR-02-GU06 Sustancias Químicas Peligrosas y Comunicación de Riesgos.

21) MEDIO AMBIENTE-PR-01-IN01 Manejo de Residuos Peligrosos y No Peligrosos.

22) TRANSPORTE-OPE-PR-04 Prevención de Daños Emergencia por Potencial Contaminación de agua de pozo profundo.

En el **Anexo VII.1 se presentan los procedimientos de respuesta a emergencias** del Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado.

Conformación de brigadas.

Para dar respuesta y aplicar los procedimientos adecuados ante una emergencia Energía Mayakan cuenta con personal capacitado en materia de Protección Civil, los cuales son parte de la plantilla laboral de la

empresa y están preparados para atender una emergencia. De igual forma el personal permanece en constante capacitación técnica para la realización de actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones, esto le permite al personal estar preparado ante los posibles escenarios de riesgo que pueden ocurrir dentro del sistema. Dentro de los posibles escenarios asociados a la instalación identificados en el Análisis de Riesgo se tienen:

- Fuga;
- Incendio; y
- Explosión.

Brigada de Respuesta a Emergencia.

Funciones y responsabilidades en materia de respuesta a emergencias

Las funciones y responsabilidades de los miembros de la Unidad Interna de Protección Civil se definen en la siguiente tabla de manera enunciativa más no limitativa:

Tabla 3. Composición y Funciones de la Unidad Interna de Protección Civil.

Puesto	Descripción
Dirección de la Respuesta a Emergencias (Gerencia de Operaciones).	**Objetivo**:
	Es asumida por aquella persona que, por sus cualidades, conocimiento y por su posición en la organización, tiene la capacidad de la toma de decisiones que impacten a la empresa, es el encargado de coordinar las acciones y dirigir la respuesta a una emergencia. El Gerente de Operaciones es el candidato natural para asumir esta función, y en caso de ausencia del mismo, lo puede remplazar el Director Operaciones de Transporte o en su caso el Director de Transporte podrá nombrarlo en el momento de la posible emergencia.
	Funciones y responsabilidades durante la emergencia:
	Recibir información del Coordinador de Operaciones de Emergencia (Control de Gas), información durante todo el desarrollo del evento y coordinar con él, las decisiones que tome. Tomar decisiones en coordinación con los Coordinadores de la emergencia en situaciones extraordinarias durante la respuesta a emergencias.
	Descripción
	Decisión con impacto significativo en aplicación de contratos y permisos. Incidentes con posibles daños a terceros, bienes y/o con presencia de medios de comunicación. Incidente fatal amenaza de muerte. Problemas relevantes en la organización de la respuesta a emergencias. Comunicar y mantener informado de la emergencia al Director Técnico y Operaciones de Transporte.

Puesto	Descripción
	Preparar y manejar comunicación según el instructivo TRANSPORTE-SEG-IN-10 para la prensa local. Informar al CCS con información relevante de la emergencia. Declarar el fin de la emergencia.
	Funciones y responsabilidades generales:
	Participar en la evaluación y/o revisión de la organización y/u operación del plan de respuesta a emergencias, durante la realización de simulacros y en la emergencia misma. Aprobar cualquier cambio o revisiones a los procedimientos. Verificar y seguir las acciones comprendidas en el Plan de Respuesta a Emergencias, y manuales y procedimientos de emergencia de la organización.
Coordinador de Operaciones de Emergencia (Control de Gas)	**Objetivo**
	Se puede encontrar ubicado en el Centro de Control de Gas (CCG), en las Oficinas ubicadas en Mérida, Yucatán o en el Centro de Control de Gas de Respaldo ubicado en la Estación de Compresión número 1, ubicada en Macuspana, Tabasco. Es la coordinación técnico-operativa de comunicaciones, logística y brigadas de emergencia desde el Centro de Control de Gas (CCG). El Coordinador de Operaciones de Emergencia es la persona responsable de la operación del gasoducto y sus instalaciones y la coordinación operativa con Pemex y los clientes con respecto a cualquiera situación o Emergencia que podría afectar la entrega o suministro de gas en el sistema.
	Funciones y responsabilidades durante la emergencia:
	Responsable de activar el Plan de Respuesta a Emergencias. Comunicar la activación de emergencia a la Gerencia de Operación y mantenerla informada durante todo el desarrollo del evento. Las decisiones que tome durante la emergencia deberán ser en coordinación con el Director de la Respuesta a la Emergencia y el personal de respuesta de emergencias de la organización. Establecer la comunicación con el Coordinador de Respuesta a Emergencia y Logística para acordar las acciones a implementar. Realizar un informe sobre el desarrollo de las acciones de la respuesta a la emergencia. Proporcionar cálculos de tiempo de purga, sobrevivencia y cálculo del empaque del sistema Responsable de las instrucciones e información dada por el Controlador de Gas a los Coordinadores o directamente a los Técnicos de Mantenimiento durante la emergencia. Coordinar las notificaciones de la Emergencia a las autoridades externas y clientes como: Protección Civil, ASEA, PROFEPA, SEMARNAT, Policía Federal/Estatal, CRE, CFE, PGPB. Comunica el fin de la emergencia a los diferentes elementos que participan en ella.
	Funciones y responsabilidades generales:

Puesto	Descripción
	Atender las necesidades de apoyo del personal del Centro de Control de Gas. Programar capacitación requerida para garantizar la seguridad durante la atención de la Emergencia. Participar en la evaluación y/o revisión de la organización y/u operación del Plan de Respuesta a Emergencias, durante la realización de simulacros y en la emergencia misma. Implementar recomendaciones que surjan de una emergencia o simulacro. Responsable para la revisión anual y/o cuando sea necesario, de los procedimientos del Control de Gas. Mantener todos los números telefónicos de Pemex y los clientes de Transporte actualizados, para uso en una emergencia.
Controlador de gas	**Descripción**
	Asegurarse que todos los Controladores de Gas conozcan los procedimientos de respuesta a una emergencia.
	Objetivo
	Son los encargados directos del Control y Monitoreo del Gasoducto, durante las 24 horas del día, en turnos de 8 horas cada uno. Junto con el Coordinador de Operaciones de Emergencia coordinan las acciones técnico - operativas, de comunicaciones, logística y brigadas de emergencia desde el Centro de Control de Gas, ubicado en las Oficinas de Mérida, Yucatán. En el caso de una eventual contingencia que afecte directamente al centro de Control de Gas principal en Mérida, este se reubicará en el Centro de Control de Gas en CS1, Macuspana, Tabasco.
	Funciones y responsabilidades durante la emergencia:
	Es el primer miembro de Energía Mayakan que atiende la emergencia o incidente, pues en el Centro de Control en Mérida, Yucatán se encuentra el teléfono de emergencias (01-800–713-2566) que está publicado en todos los señalamientos a lo largo del Gasoducto. Realizar la evaluación inicial de la situación a partir de la llamada recibida. Comunicar a su jefe inmediato, a la Coordinación de la Respuesta a Emergencias y al Técnico de mantenimiento más cercano, sobre la probable existencia de una Emergencia. Recibir instrucciones de su jefe inmediato y de la Coordinación de la Respuesta a Emergencias. Es el enlace entre la Coordinación de la Respuesta a Emergencias y los Técnicos de Mantenimiento durante la atención de una situación de emergencia. Mantener el enlace mediante teléfono con todo el personal involucrado en la respuesta a la emergencia para que todos tengan la misma información. Mantener registro en la bitácora de toda la información y decisiones que sean tomadas durante la emergencia. Controlar y monitorear el gasoducto durante la emergencia.
	Funciones y responsabilidades generales
	Participar en la evaluación y/o revisión de la organización y/u operación del Plan de Respuesta a Emergencias, durante la realización de simulacros y en la emergencia misma. Implementar recomendaciones que surjan de una emergencia o simulacro.

Puesto	Descripción
Coordinador de Respuesta a Emergencia y Logística	**Objetivo:**
	Es el encargado de coordinar con los Técnicos de Mantenimiento, las acciones de mantenimiento, reparación y retorno a condiciones normales del sistema, dentro del programa para la respuesta a las emergencias. Podrá ser el Coordinador de Mantenimiento o el Coordinador de Ductos según sea el caso.
	Funciones y responsabilidades durante la emergencia:
	Recibir comunicación del Controlador de Gas en turno, del Coordinador de Cuarto de Control/ Coordinador de Operaciones de Emergencia sobre la probable existencia de una Emergencia. Es Responsable de las instrucciones dadas a los Técnicos de Mantenimiento durante la emergencia, indicando claramente a los mismos las decisiones que serán tomadas. Mantiene comunicación con el Centro de Control de Gas/Coordinador de Operaciones de Emergencia y el Técnico de Mantenimiento mediante teléfono celular. Recibe comunicación de la Dirección de la Respuesta a la Emergencia para acordar las acciones a implementar. Verificar durante la emergencia la presencia del personal necesario en campo, capacidad y ubicación de los Técnicos de Mantenimiento. Asignar a un representante de la organización para que asista al sitio como apoyo en la atención de terceros y medios de comunicación en el sitio Realizar un informe sobre el desarrollo de las acciones tomadas. Atender las necesidades del personal de mantenimiento respecto a equipo de seguridad. Manejar todos los requerimientos logísticos asociados con la necesidad de equipos o recursos especializados en el manejo de la emergencia. Coordinar con los Contratistas de la organización su movilización y las reparaciones de los daños que resulten durante la emergencia.
	Funciones y responsabilidades generales:
	Programar capacitación requerida para garantizar la seguridad durante la atención de la Emergencia. Participar en la evaluación y/o revisión de la organización y/u operación del Plan de Respuesta a Emergencias, durante la realización de simulacros y en la emergencia misma. Implementar recomendaciones que surjan de una emergencia o simulacro. Responsable para la revisión anual y/o cuando sea necesario de los procedimientos de Mantenimiento. Mantener actualizados los números telefónicos de los contratistas, para uso en una emergencia. Asegurar que todos los técnicos estén capacitados en los procedimientos y listo para responder a una emergencia.
Técnico en Mantenimiento	**Objetivo**
	Los Técnicos de Mantenimiento, subdivididos en Supervisores de Derecho de Vía y Técnicos Instrumentistas, se encuentran ubicados: 5 Villahermosa, Tabasco; 2 en Macuspana, Tabasco; 1 en Emiliano Zapata, Tabasco; 1 en San Francisco de Campeche, Campeche; y 6 en Mérida, Yucatán. Ellos son los encargados de atender directamente en campo las situaciones de emergencia y atenderlas hasta que éstas finalicen.

Puesto	Descripción
	Funciones y responsabilidades durante la emergencia:
	Recibir la notificación del Controlador de Gas y responder inmediatamente a las instrucciones de la Coordinación de la Respuesta a Emergencias para la inspección inicial del sitio en donde se ubica la probable emergencia. Notificar al Controlador de Gas en Turno, cualquier llamada o notificación que haya recibido de algún propietario, particular, autoridad o contratista informándole de una posible emergencia. Mantenerse siempre en contacto con el Centro de Control de Gas para el enlace de comunicaciones, procurando que sea mediante el teléfono celular en su caso. Al llegar al sitio notificar simultáneamente al Cuarto de Control de Gas y a la Coordinación de la Respuesta a Emergencias de la situación. Evaluar la situación con la Coordinación de la Respuesta a Emergencias para determinar las acciones apropiadas que pueden ser mantenimiento no programado o una situación de Emergencia. Al activarse el Plan de Respuesta a Emergencias, se convierte en el Primer Representante de Energía Mayakan en el Sitio de la Emergencia.
	Funciones y responsabilidades generales:
	Participar en la evaluación y/o revisión de la organización y/u operación del Plan de Respuesta a Emergencias, durante la realización de simulacros y en la emergencia misma. Implementar recomendaciones que surjan de una emergencia o simulacro.
Técnicos de Compresión	**Objetivo**
	Ubicados en las estaciones de Compresión No. 1 y 2 ubicadas en Macuspana, Tabasco y Champotón, Campeche, respectivamente. Los Técnico de compresión son los encargados del mantenimiento de las instalaciones de las Estaciones de Compresión No.1 y 2, las cuales se encuentran ubicadas en los municipios de Macuspana, Tabasco y Champotón, Campeche, respectivamente.
	Funciones y responsabilidades durante la emergencia:
	Recibir la notificación del Controlador de Gas y responder inmediatamente a las instrucciones de la Coordinación de la Respuesta a Emergencias para la inspección inicial del sitio en donde se ubica la probable emergencia, cuando estas ocurran en la Estación de Compresión No.1 o 2. Evaluar la situación con la Coordinación de la Respuesta a Emergencias para determinar las acciones apropiadas que pueden ser mantenimiento no programado o una situación de Emergencia. Al activarse el Plan de Respuesta a Emergencias, se convierte en el Primer Representante de Energía Mayakan en el Sitio de la Emergencia: Estación de Compresión No.1 o 2.
	Funciones y responsabilidades generales:
	Participar en la evaluación y/o revisión de la organización y/u operación del Plan de Respuesta a Emergencias, durante la realización de simulacros y en la emergencia misma. Implementar recomendaciones que surjan de una emergencia o simulacro.
	Objetivo:

Puesto	Descripción
Primer representante de la organización en el lugar de la emergencia	El primer elemento de la Unidad Interna de Protección Civil de la organización en llegar al lugar de la posible emergencia y será denominado Primer Representante en el Lugar de la Emergencia.
	Funciones y responsabilidades durante la emergencia:
	Evaluar la situación Notificar a la Coordinación de Respuesta a Emergencias y Centro de Control de Gas de la situación en el punto de la emergencia. Evacuar el área inmediata si es necesario para salvar una vida o evitar lesiones: ✓ Solicitar apoyo al personal de respuesta ante emergencias en el lugar y advierta a las autoridades locales de la posibilidad de tener que realizar una evacuación. ✓ Tratar de alertar a las personas que se encuentren en situación de riesgo sin ingresar al área de peligro. Cerrar el área ✓ Mantener a las personas a una distancia segura. ✓ Indicar a las personas que no muevan ni toquen nada. ✓ Establecer un perímetro a una distancia segura, y marcarlo con cinta roja, si es posible. Proporcionar ayuda médica si está en sus posibilidades ✓ No perturbar el lugar a menos que sea para salvar una vida o evitar lesiones. ✓ Proporcionar primeros auxilios. ✓ Organizar el transporte de emergencia si no se encuentra disponible un servicio de ambulancia Establecer un puesto de comunicaciones en el sitio o área de trabajo en emergencia para que se tenga un punto único, con el fin de que se coordinen y dirijan las actividades en el sitio desde el Centro de Control de Gas. ✓ Colocado de forma segura, contra o a favor del viento, dependiendo de las condiciones del sitio donde se presente el siniestro. ✓ Ubicado de forma que el coordinador del lugar tenga visibilidad de las rutas de acceso y pueda controlar las actividades e ingresos de terceros. ✓ Fácilmente visible e identificable, pudiendo emplear banderas, cintas, avisos grandes o empleando guías. ✓ Áreas designadas donde los equipos móviles se puedan estacionar. ✓ Equipado con un sistema de comunicación para contactar al personal de la organización, así como servicios externos, grupos u organizaciones cuya ayuda pueda ser necesaria. ✓ La ubicación del puesto de comunicaciones de Energía Mayakan será de forma coordinada con las Instituciones que auxilien durante la Emergencia. Actualización de la situación al Centro de Control de Gas (cada 30 minutos máximo) Dirigir al personal de los medios de comunicación hacia el Representante designado en sitio, si éste no ha llegado infórmeles que un vocero de la empresa ha sido notificado y llegará pronto. Actuar como representante inicial de la organización en el Lugar Trabajar en forma cooperadora con el personal de Combate ante emergencias y con las autoridades en el lugar.

Puesto	Descripción
	Utilizar distintivo (vestimenta, casco, etc.), que lo identifique como miembro de la organización. Hacer todos los esfuerzos razonables por Rescatar para salvar una vida ÚNICAMENTE si fuera seguro hacerlo. No se deje presionar por los medios de comunicación, no descuide sus responsabilidades para atenderlos, ellos lo comprenderán. Si se ve presionado explique brevemente que la situación se está controlando e investigando la causa. NO adivine sobre la causa y NO diga nada de personas lesionadas o muertas – la policía debe notificar a las familias. Permanecer disponible para ayudar, conforme se le solicite. Registrar todas las acciones en su Bitácora de campo. Tomar fotografías del lugar. Al concluir la emergencia, participar en las actividades de información y evaluación post evento Si resultaren muertes entre el personal de la organización informar sobre el suceso usando la línea telefónica privada disponible (no use radios).
	Funciones y responsabilidades generales:
	Ayudar si fuera posible. La policía o el Agente investigador del Ministerio Público requerirá una identificación positiva del cuerpo. Cuando la policía retire el cuerpo, preguntar a dónde será llevado. Solicitar que la persona de Energía Mayakan de mayor rango en el área concurra al lugar del accidente.

Centro de Operaciones a Emergencias (COE). Filosofía de control

El sistema cuenta con un Cuarto de Control Principal (MCC), el Centro de Monitoreo y Control ubicado en las oficinas del Centro de Control en la Estación de Compresión CS1 cuenta con sistema Maestro de Supervisión de Control y Energía Mayakan en la Ciudad de Mérida y el Cuarto de Control de Respaldo (BCC) que es el Centro de Monitoreo y Control ubicado en las instalaciones de la Estación de Compresión CS1 del ducto de Energía Mayakan en el Municipio de Macuspana, Tabasco. Captura de Datos (SCADA), el cual vigila y controla la operación entera del gasoducto. Se tiene en la sala de control de la Estación de Compresión CS1 tres tableros de control de unidad de compresión y el sistema SCADA Maestro. Cada PLC de tablero de control se comunicará con el sistema SCADA Maestro empleado una red LAN Ethernet basada en TCPO/IP o protocolos similares mutuamente aceptables. El equipo periférico de la estación de compresión es vigilado y controlado desde el sistema SCADA Maestro.

Utilizando la información visualizada a través de los sistemas de monitoreo y control, se mantiene una estricta vigilancia del Sistemas de Transporte para asegurar que la operación se lleve a cabo de manera segura, confiable y eficiente. Las principales actividades que conllevan a este cumplimiento son:

- Monitoreo del comportamiento de la presión de operación en los Sistemas de Transporte de acuerdo con límites especificados para cada sistema de transporte y procurar mantener las condiciones que permitan la entrega de las cantidades de gas debidamente programadas por los

clientes.

- Llevar a cabo un monitoreo continuo con base en los puntos de ajuste configurados en el sistema de monitoreo y control de acuerdo con requerimientos normativos y contractuales para cada sistema de transporte, haciendo revisiones periódicas de tendencias críticas dentro de intervalos máximos de una hora.
- Identificar los puntos de monitoreo y los límites operativos de alarma que se encuentran especificados en el procedimiento TRANSPORTE-OCG-PR- 01 Operaciones de control de gas. Ver Anexo No. 8 Procedimientos operativos.

El Sistema SCADA cuenta con un modelo dinámico del gasoducto, usando información del sistema SCADA en tiempo real. Este incluye un módulo analizador de fuga transitoria que proporcionara detección de fugas, ubicación y predicción de tiempo de supervivencia.

El componente en-línea del sistema incluye una simulación matemática continua de las operaciones reales del gasoducto, usando datos en-línea aportados en tiempo real desde el sistema SCADA. Este sistema de modelado en-línea es el núcleo de la parte de detección de fugas del sistema. Por su propia cuenta, se le considera como una herramienta de vigilancia del gasoducto para asistir a los operadores del gasoducto a manejar éste en forma segura y confiable. Filtrará los datos en bruto de SCADA en cuanto a precisión, calculará valores para los puntos SCADA durante las ausencias de datos, calculará los valores de datos donde no exista SCADA, y efectuará auto calibración que pueda ayudar a detectar sensores en proceso de degeneración. El modelo en línea podrá recibir datos del sistema SCADA, y exportar datos desde la simulación de funcionamiento de vuelta al sistema SCADA o a otras aplicaciones. Los datos generados por la simulación estarán disponibles para el sistema SCADA como datos de seudo-RTU; también se pasarán las señales de alarma al subsistema procesador de alarmas de SCADA

Este modelo dinámico está basado en la implementación del simulador Synergi Pipeline el cual proporciona una gama completa de soluciones de simulación, desde el escritorio de diseño y planificación, pasando por la capacitación y calificación del operador, hasta sistemas en línea, incluida la detección de fugas y la simulación predictiva.

Estructura operativa del Centro de Operaciones de Emergencia.

Dentro de las responsabilidades del Controlador de gas está la verificación continua de la operación de las instalaciones, cuyas unidades y equipos se controlan de forma remota a partir del Cuarto de Control. En general, en caso de detectar alguna falla que impida un correcto control de los equipos de cualquier instalación de los sistemas de transporte, deberá de reportarlo al área de mantenimiento responsable.

Por otra parte, el controlador en turno debe de estar atento de forma continua a las pantallas del sistema de monitoreo que corresponda, sobre todo teniendo atención con los rangos de presiones de operación del sistema lo cual permite mantener un control, si se presentaran desviaciones de presión de estos rangos se debe reportar inmediatamente.

En caso de que el Controlador en turno observe cualquier desviación, señalada por las alarmas, que genere un evento operativo crítico debe avisar inmediatamente al Coordinador de Control de Gas o al designado en el calendario de guardia pasiva para tomar las medidas necesarias, las alarmas se establecen en la configuración del sistema o (SCADA y DCS), conforme a lo estipulado en los contratos, en la normatividad o con base a los límites de seguridad aplicables.

Sistemas de control, detección de derrames, gas, fuego, alarmas y equipos contra incendios.

Los sistemas de control más importantes con los que cuenta en la operación y mantenimiento el Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan son:

1) Válvulas de seccionamiento para cortar de manera oportuna la fuga en la red de transporte, de acuerdo con la normativa aplicable.
2) Equipos y herramientas para detección de fugas y control de estas.
3) Centro Operativo para respuesta a emergencia con equipamiento y un programa de simulacros.
4) Procedimientos operativos en los cuales se describen los métodos y procedimientos aplicables al Sistema de Transporte de Gas Natural.
    a. Procedimientos de operativos.
    b. Procedimientos para Respuesta a Emergencias.
5) Programa periódico de patrullaje y celaje dentro del Programa de Mantenimiento.
6) Capacitación y entrenamiento a personal para la respuesta a incidentes y en materia de seguridad
7) También Energía Mayakan S de R.L de C.V. como parte de su sistema de seguridad está adscrito al Grupo de Ayuda Mutua Industrial de Mérida en el que participa de manera activa en la respuesta a emergencias.

Válvulas de seccionamiento del sistema

El sistema contará con 23 válvulas de seccionamiento y 21 válvulas tipo bola instaladas a lo largo del trayecto de forma subterránea a cada 30 kilómetros aproximadamente de las cuales algunas cuentan con switch de baja presión o manual con by pass y desfogue integrado.

Las estaciones de regulación y medición como parte de las estaciones superficiales del Sistema de Transporte Energía Mayakan cuenta con un conjunto de dispositivos e instrumentación que permite el control, medición y regulación de flujo de gas, estos dispositivos actúan también como medidas de mitigación y respuesta ante un escenario de riesgo ya que permiten controlar o cortar el flujo en caso de ser necesario.

Para mayor detalle los equipos con los que cuentan las estaciones de regulación y medición se presentan en los apartados siguientes.

Estación de medición Cactus

Dentro del sistema de control que se encuentra en la estación de medición Cactus se tiene:

- ✓ Válvula de seguridad de emergencia a la entrada de la estación.
- ✓ Sistema de filtración tipo coalescente.
- ✓ Sistema de recolección de condensados.
- ✓ Cromatografía de gases.
- ✓ Sistema de medición de control de flujo para controlar la cantidad de gas.
- ✓ Válvula de seguridad a la salida de la estación.
- ✓ Medidor ultrasónico (USM).
- ✓ Válvulas de control de flujo FCV.
- ✓ Válvula de seccionamiento.

El sistema de filtración por su parte cuenta con la siguiente instrumentación de control:

- ✓ Indicador de presión.
- ✓ Transmisor indicador de presión diferencial para monitoreo de caída de presión en los elementos separadores.
- ✓ Válvula de seguridad de alivio para protección de sobrepresión del recipiente con venteo seguro.
- ✓ Orificio de restricción en la línea de salida para reducir presión de la corriente de salida.
- ✓ Transmisor indicador de nivel para el control de nivel de condensados.
- ✓ Indicador local de nivel.

Equipos de detección y alarmas

La estación de medición Cuxtal cuenta con un conjunto de detectores de gas que permite la medición y detección de presencia de gas en el aire y que a una determinada concentración emiten una señal de aviso. Dentro de los tipos de detectores con los que cuenta la estación se tiene: detector de H_2S, detector de gas metano, detector de fuego y flama, detector de gas toxico, detector de oxígeno, de humo e hidrógeno.

La estación también cuenta con alarmas audibles y visibles en las instalaciones con la finalidad de advertir y cumplir la finalidad disuasoria frente a posibles escenarios de riesgo.

La ubicación de los equipos de detección y alarmas de la estación de medición Cuxtal se encuentran en el Anexo No. 10 Equipos de respuesta a emergencias.

Equipos contra incendio

Como equipo contra incendio la estación de medición Cuxtal cuenta con los siguientes extintores:

- 2 extintores portátiles tipo HCFC.
- 1 extintor portátil de CO2.
- 1 extintor portátil de PQS.
- 4 extintores móviles distribuidos en toda la estación.

La ubicación de los equipos de detección, alarmas y contra incendio se encuentran en el Anexo No. 10 Equipos de respuesta a emergencias

Estación de medición EM2.

Dentro del sistema de control que se encuentra en la Estación de Medición 2 se tiene:

- ✓ Válvula de bloqueo/seccional.
- ✓ Válvulas de regulación de presión.
- ✓ Válvulas de seguridad de presión.
- ✓ Transmisores de nivel.
- ✓ Válvulas de control de nivel.

- ✓ Indicadores de nivel con visor.
- ✓ Transmisores de indicación de temperatura.
- ✓ Transmisores de indicación de presión diferencial.
- ✓ Indicadores de presión.
- ✓ Válvulas de seguridad de presión.
- ✓ Alarmas generadas por sistema SCADA.
- ✓ Flujómetros ultrasónicos.
- ✓ Cromatógrafo de gas.
- ✓ Sistema SCADA.
- ✓ Computador de flujo con sistema Control Wave PC y Control Wave Micro.

Equipos de detección

Como parte del sistema de detección la estación de medición 2 cuenta con detectores de gas y fuego en sus instalaciones, los equipos se describen a continuación:

- Detector de flama por infrarrojo (FL400H).

En la Estación de Medición se cuenta con detectores de flamas por infrarrojos multiespectrales (MSIR). El FL4000H emplea detectores infrarrojos (IR) de última generación y procesamiento de señales basado en una red neuronal artificial (ANN) para producir un sistema que es altamente inmune a las falsas alarmas causadas por rayos, reflexión de la luz solar, soldadura por arco, calor objetos y otras fuentes de radiación. Además, puede atravesar la mayoría de los tipos de incendios con humo, como el diésel, y el caucho. Este dispositivo es aprobado como a prueba de explosión para su uso en ubicaciones peligrosas. También se puede utilizar para aplicaciones no peligrosas de uso general. Dentro de las características que estos detectores presentan son: múltiple espectro infrarrojo, matriz de sensores, tecnología de red neutral, ruta óptica continúa, monitores, registro de eventos y modo de prueba.

- Detector de gas ultrasónico (Gassonic Observer H)

Detecta fugas de gas mediante la detección del ultrasonido emitido por una fuga de gas a alta presión. Se basa en sólida y probada tecnología diseñado para una larga y a prueba de fallos logrando un funcionamiento en condiciones ambientales extremas. Debido a que el Gassonic Observador-H responde a

la fuente de una fuga de gas en lugar de gas disperso, no se ve afectado por el cambio de dirección del viento, la dilución del gas, y la dirección de la fuga de gas.

- Detector de gas tóxico

El detector de gas combustible se encuentra instalado en el cuarto de control de la instalación, teniendo disponibles los cables de alimentación de 24 VCD y el cableado para salidas analógicas, cuenta con un sensor instalado.

Sistema de detección de fugas en estación de medición EM2 mediante SCADA.

La estación de medición 2 (EM2) se mantiene monitoreada por el sistema SCADA mediante el simulador Synergi Pipeline el cual tiene como función la simulación de flujo transitorio de gas en las tuberías, incluida la detección de fugas y la simulación predictiva, por medio de ellos, el flujo total de gas y los caudales son monitoreados mediante las consolas del controlador de gas en el cuarto de control principal y cuarto de control de respaldo (MCC y BCC). Los datos se someten al análisis de tendencias históricas y en el sistema de detección de fugas para detectar rupturas y aislar la sección dañada. En cada sala de mando de Mayakan, sala de mando principal en Mérida y sala de mando de respaldo en Macuspana, habrá estaciones de trabajo del operador para supervisar el sistema de tuberías.

El sistema SCADA, integra un modelo dinámico para la simulación transitoria en tiempo real llevada a cabo por el simulador Synergi Pipeline el cual proporciona una gama completa de soluciones de simulación, desde el escritorio de diseño y planificación, pasando por la capacitación y calificación del operador, hasta sistemas en línea, incluida la detección de fugas y la simulación predictiva. El equipo del modelo dinámico existente se encuentra en el cuarto de control principal de Mérida.

El modelo de simulación tiene capacidades de localización de fuga es decir en caso de una fuga por una ruptura de ducto resultará en una pérdida de presión rápida, que inducirá cierre por baja presión de una o más válvulas de seccionamiento en las válvulas en las que esto aplica (ver apartado de válvulas de seccionamiento del sistema). El bloqueo de la línea causará que aumente la presión de descarga del compresor, lo que inducirá eventualmente el cierre del compresor debido a alta presión de descarga.

Las fugas menores en ductos serán identificadas por el sistema de detección de fugas mediante el modelo dinámico del gasoducto usando información del sistema SCADA en tiempo real, este modelo incluye un módulo analizador de fugas que hace el mejor uso posible de los datos para reconstruir el comportamiento hidráulico del gas, el analizador de fugas relaciona las tendencias en los estados reconstruidos para detectar la existencia y ubicación de anomalías hidráulicas e el ducto, al detectarse alguna, sonará una alarma en el

Cuarto de Control Principal. El operador enviará una cuadrilla de mantenimiento para investigar y tomar acción correctiva, que podrá incluir aislamiento y ventilación de la sección de ducto que contenga una fuga confirmada.

Equipo contra incendio

En la estación de medición 2 se cuenta con 17 extintores entre móviles y portátiles de polvo químico seco y CO_2 distribuidos en las instalaciones para ser implementados en caso de una emergencia.

Estación de medición EM3

La EM3 cuenta con un conjunto de equipos que son parte de la instrumentación los cuales mediante su funcionalidad se pueden considerar como parte de las medidas de control, situadas en las diferentes áreas de la estación las cuales son: separadores de filtro, sistema de gas instrumentado, sistema de gas combustible, tanque de condensados, cromatógrafo de gas, patín de medición y patín de regulación:

- ✓ Transmisores de nivel.
- ✓ Válvulas de control de nivel.
- ✓ Válvula de retención.
- ✓ Válvulas automáticas de apertura/cierre.
- ✓ Transmisores de indicación de nivel.
- ✓ Indicadores de nivel con visor.
- ✓ Transmisores de indicación de presión diferencial.
- ✓ Indicadores de temperatura.
- ✓ Indicadores de presión.
- ✓ Válvulas de seguridad de presión.
- ✓ Alarmas generadas por software.
- ✓ Válvulas de reducción de presión automáticas.
- ✓ Indicador de nivel.
- ✓ Transmisor de nivel.

- ✓ Alarma de nivel alto.
- ✓ Patín de medición con medición ultrasónica.
- ✓ Flujómetros ultrasónicos.
- ✓ Sistema SCADA.
- ✓ Cómputo de flujo/ RTU (ControlWave PAC y ControlWave Micro).
- ✓ Válvulas de regulación de presión.
- ✓ PLC (lógica de control).

De igual forma, la EM3 se mantiene monitoreada por el sistema SCADA mediante el simulador Synergi Pipeline el cual tiene como función la simulación de flujo transitorio de gas en las tuberías esto quiere decir que en caso de una fuga por una ruptura de ducto resultará en una pérdida de presión rápida, que inducirá cierre por baja presión de una o más válvulas de seccionamiento en las válvulas en las que esto aplica (ver apartado de válvulas de seccionamiento del sistema). El bloqueo de la línea causará que aumente la presión de descarga del compresor, lo que inducirá eventualmente el cierre del compresor debido a alta presión de descarga.

Las fugas menores en ductos serán identificadas por el sistema de detección de fugas mediante el modelo dinámico del gasoducto usando información del sistema SCADA en tiempo real, este modelo incluye un módulo analizador de fugas que hace el mejor uso posible de los datos para reconstruir el comportamiento hidráulico del gas, el analizador hidráulico y el ducto, al detectarse alguna, sonará una alarma en el Cuarto de Control Principal. El operador enviará una cuadrilla de mantenimiento para investigar y tomar acción correctiva, que podrá incluir aislamiento y ventilación de la sección de ducto que contenga una fuga confirmada.

Equipos de detección

Como parte del sistema de detección la EM3 de igual manera que la EM 2 cuenta con detectores de gas y fuego en sus instalaciones, estos equipos son:

- Detector de flama por infrarrojo.
- Detectores de temperatura.
- Detector de gas.

- Detector de humo.

Equipo contra incendio

El equipo contra incendio que tiene la EM3 está conformado por extintores móviles y portátiles, los cuales se distribuyen en toda la estación conteniendo polvo químico seco y CO_2 para ser implementados en caso de emergencia. El inventario y características de los equipos se presenta en el Anexo No. 10 Equipos de respuesta a emergencias.

Estación de compresión CS1

La Estación de Compresión CS1 cuenta con múltiples niveles de detección y protección contra incendio, incluyendo:

- Detectores infrarrojos de incendio en cada compresor.
- Detectores termales de incendio en cada compresor.
- Tablero supervisor disparador del sistema de incendio en cada unidad de compresor.
- Sistema de supresión de incendio por CO_2 en cada encabinado de compresor, con capacidad de activación automática y manual.
- Sistema de vigilancia de gas combustible en cada encabinado de compresor, en interfaz con los controles automáticos de cierre de la unidad.
- Indicador de alarma con temperatura elevada en cada encabinado de compresor, separado de los detectores termales del sistema contra incendio, para activar una alarma si la temperatura en el encabinado se eleva anormalmente.
- Sistema de agua contra incendio incluyendo tanque de agua contra incendio, una bomba de agua contra incendio impulsada por electricidad, una bomba de agua contra incendio impulsada por diésel, una bomba auxiliar jockey, circuito de agua contra incendio, monitores, hidrantes y estaciones de manguera.
- Extinguidores de incendio en el Centro de Control Central, edificios de mantenimiento y áreas seleccionadas del patio, cada uno conteniendo un agente químico seco.

Cada encabinado de turbina está provisto de dispositivos para detección de gas y fuego, así como

dispositivos de vigilancia de temperatura. La detección de alto nivel de gas en el encabinado inicia un paro y cierre de la unidad que aislará y venteará el suministro de gas combustible patín, por vía de válvulas de bloqueo y purga ubicadas fuera del patín de la unidad. Si se detecta un incendio en cualquier unidad, esa unidad en particular será puesta fuera de servicio y se activará un sistema de supresión de incendio a base de bióxido de carbono para combatir el fuego.

Los sistemas a base de bióxido de carbono tendrán capacidad de operación automática, de activación local ya sea por una estación de tiro manual contra incendio o desde el cuarto de control de la estación, o de operación a control remoto desde el Centro de Control Central. El personal que entre al encabinado de la turbina estará protegido contra la descarga de CO_2 siempre que una puerta del recinto esté abierta. En caso de incendio, la lógica de paro de la unidad/estación aislará y venteará automáticamente la unidad de compresión afectada para reducir al mínimo el volumen de gas que pudiera convertirse en fuente de combustible para el incendio.

Adicional a lo anterior cada estación está equipada con extintores de polvo químico seco, y extintores móviles, capaces de entregar el producto químico seco al incendio. Se desplegarán extintores en las estaciones de válvulas de seccionamiento del gasoducto principal

Equipos de detección en Estación de compresión CS1

La estación cuenta con detectores de gas combustible y detectores termales de fuego en el calzo de medición de la Estación de Recepción. Se transmitirán señales de alarma al Centro de Control Principal.

Cada encabinado de turbina está equipado con un sistema de detección/protección contra incendio automático, controlado electrónicamente. Todos los edificios están equipados con detectores de humo, conectados al Tablero de Control de la Estación.

Sistema contra incendio en Estación de compresión CS1

El sistema primario de detección de incendio en el recinto de turbina utiliza detectores infrarrojos (IR) El sistema incluye el dispositivo automático de integridad óptica, que proporciona una revisión continua de las superficies ópticas, sensibilidad del detector, y circuitos electrónicos del sistema detector y regulador. También se incluye una identificación automática de falla que da una indicación digital del estado del sistema en código numérico. El sistema secundario de detección consiste en detectores termales. Los dos sistemas de detección actuarán en forma completamente independiente para detectar un incendio.

El tablero supervisor disparador del sistema contra incendio vigila primariamente los circuitos del sistema

contra incendio. Un circuito abierto, una condición defectuosa de la tierra eléctrica, o pérdida de integridad en el alambrado eléctrico causará una señal de aviso de problema.

Si se descubre un incendio los detectores transmitirán una señal eléctrica por vía del controlador del sistema contra incendio y el tablero supervisor del sistema contra incendio para activar el sistema de supresión de incendio. Al recibir esta señal, los cabezales de control a prueba de explosión activarán las válvulas de descarga en los cilindros extinguidores primarios y de extensión, para liberar la sustancia extinguidor (CO_2) hacia el recinto y disparar los trinquetes de presión que cierran todos los orificios de venteo. El sistema de supresión de incendio logrará una condición de aire estática y entonces inundará el recinto con una concentración al 30 por ciento de CO_2 para extinguir el incendio.

La señal de alarma se transmite también al PLC de unidad y control de la estación. El tablero central contra incendio está situado dentro del tablero de control de la estación. Recibe señales de los tableros de control de unidad y de los detectores de humo en el edificio o edificios en la Estación de Compresión CS1. Al recibir una señal de fuego, el tablero de control de la estación inicia una alarma audible y retransmitirá la señal de alarma apropiada a través del sistema SCADA al Cuarto de Control Principal para que tome acción el operador apropiado. Si la situación lo justifica, se activará el sistema de Plan de Respuesta de Emergencia.

El sistema de supresión de incendio por CO_2 consiste en un sistema primario de distribución para inundación total y de un sistema secundario de distribución medida para prolongar a 20 minutos la concentración al 30 por ciento de CO_2 de diseño. Un gabinete para cilindros contra incendio a prueba de intemperie, equipado con puertas para mantenimiento, alojará los cilindros de CO_2. Palancas de tiro manual estarán dirigidas por cable hacia la pared exterior del gabinete.

Sistema de agua contra incendio

La Estación de Compresión CS1 está equipada con un sistema de abastecimiento de agua contra incendio que cumple con los requerimientos de las normas aplicables de la NFPA.

Una bomba eléctrica, proporciona un abastecimiento de agua sin tratar mediante un tanque de agua contra incendio. Los controles de nivel del tanque de agua contra incendio arrancarán y pararán automáticamente la bomba según sea necesario para mantener el nivel en el tanque de agua contra incendio. La capacidad del tanque de agua contra incendio es de 830 m3.

Un solo cabezal de succión alimentará dos bombas de agua contra incendio y una bomba auxiliar. En condiciones normales, la bomba auxiliar opera continuamente para mantener una presión de

aproximadamente 900 kPa(g) en el cabezal de agua contra incendio. Conmutadores de baja y alta presión en el tablero de control de la bomba auxiliar ajustados a 860 y 950 kPa(g), respectivamente, arrancan y paran la bomba auxiliar.

Una bomba eléctrica de agua contra incendio proveerá ante una emergencia la capacidad inicial para combatir el fuego. Un conmutador de presión en el tablero de control de la bomba activará la bomba cuando la presión en el cabezal de agua contra incendio caiga a 830 kPa(g).

Una bomba de agua contra incendio adicional accionada por diésel proporcionará una fuente confiable de agua contra incendio durante apagones eléctricos. Un conmutador de presión en el tablero de control de esta bomba arrancará la bomba automáticamente cuando la presión en el cabezal de descarga caiga a 760 kPa(g).

Una vez activadas, las dos bombas de agua contra incendio seguirán funcionando hasta ser cerradas manualmente.

Hidrantes y carretes de manguera

La estación de compresión CS1 cuenta con monitores, hidrantes y carretes de manguera, para proporcionar abasto de agua contra incendio de acuerdo con las normas aplicables de la NFPA.

Equipo de bomberos

Como parte de los equipos contra incendio la estación de compresión CS1 cuenta con equipo de protección personal para combate de incendios el cual incluye: chaquetón, cubre pantalón, botas y casco.

Cuarto de control de respaldo

La estación de compresión CS1 cuenta con un cuarto de control que, dentro del Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan este cuarto de control funge como cuarto de control de respaldo del sistema reafirmando que el cuarto de control principal se encuentra en la en la Ciudad de Mérida. En el cuarto de control de la estación de compresión CS1 se mantiene una estricta vigilancia del sistema de transporte para asegurar que la operación se lleve a cabo de manera segura, confiable y eficiente. Las principales actividades que se realizan incluyen:

- Monitoreo del comportamiento de la presión de operación en los Sistemas de Transporte de

acuerdo con límites especificados para cada sistema de transporte y procurar mantener las condiciones que permitan la entrega de las cantidades de gas debidamente programadas por los clientes.

- Llevar a cabo un monitoreo continuo con base en los puntos de ajuste configurados en el sistema de monitoreo y control de acuerdo con requerimientos normativos y contractuales para cada sistema de transporte, haciendo revisiones periódicas de tendencias críticas dentro de intervalos máximos de una hora.

Equipo para bloqueo y etiquetado

Durante el servicio o mantenimiento de los equipos, es de importancia crítica asegurar que el equipo no pueda activarse de manera accidental, ni que libere energía peligrosa almacenada. Por lo que la estación de compresión CS1 cuenta con un sistema de bloqueo y etiquetado a los equipos antes de darles mantenimiento, los trabajadores designados tienen que tomar una serie de medidas de seguridad para asegurar que los equipos no causen algún daño a la persona que da el mantenimiento. En el Anexo No. 12 Fotográfico se muestra la estación de candados con el equipo disponible para bloqueo y etiquetado.

Estación de Compresión CS2

De igual forma que la estación de compresión CS1, la estación de compresión CS2 cuenta con un conjunto de dispositivos de control y monitoreo para detección de gas y fuego que en conjunto con la filosofía de operación estos se enfocan en detectar un alto nivel de gas en el encabinado, en caso de presentarse se inicia un paro y cierre de la unidad que aislará y venteará el suministro de gas combustible, por vía de válvulas de bloqueo y purga ubicadas fuera del patín de la unidad. Si se detecta un incendio en cualquier unidad, esa unidad en particular será puesta fuera de servicio y se activará un sistema de supresión de incendio a base de bióxido de carbono para combatir el fuego.

Los sistemas a base de bióxido de carbono tendrán capacidad de operación automática, de activación local ya sea por una estación de tiro manual contra incendio o desde el cuarto de control de la estación, o de operación a control remoto desde el Centro de Control Central. En caso de incendio, la lógica de parada de la unidad/estación aislará y venteará automáticamente la unidad de compresión afectada para reducir al mínimo el volumen de gas que pudiera convertirse en fuente de combustible para el incendio.

Dentro de los equipos instrumentados destacados para detección y control se cuenta con:

- Detector de gas por infrarrojo.
- Válvulas de alivio/seguridad.
- Válvula reductora y reguladora de presión diferencial.
- Alarmas audibles y visibles.
- Sensores de presión.
- Detector de flamaIR.
- Sistema de válvulas automáticas.
- Regulador de presión.
- Transmisor de nivel, flujo y temperatura.
- Indicador de presión diferencial.
- Sistema de supresión de fuego mediante CO_2.
- Sistema de agua contra incendio incluyendo tanque de agua contra incendio.
- Sensores de temperatura.
- Trasmisor de presión.

Equipos de detección en Estación de compresión CS2

forman parte del equipamiento de la estación que transmiten señales de alarma al cuarto de control de la estación o en un caso mayor al cuarto de control principal. Cada recinto de turbina está equipado con un sistema de detección/protección contra incendio automático, controlado electrónicamente, todos los edificios están equipados con detectores de humo, conectados al tablero de control de la estación.

Por otra parte, dentro del programa de mantenimiento a las instalaciones se contempla la detección de fugas por medio de detectores de gas portátiles con apoyo del personal.

Sistema contra incendio en Estación de compresión CS2

La estación de compresión CS2 también cuenta con un sistema de supresión de incendio por CO_2 consiste en un sistema primario de distribución para inundación total y de un sistema secundario de distribución

medida para prolongar a 20 minutos la concentración al 30 por ciento de CO_2 de diseño. Un gabinete para cilindros contra incendio a prueba de intemperie, equipado con puertas para mantenimiento, alojará los cilindros de CO_2.

La Estación de Compresión CS2 también está equipada con un sistema de abastecimiento de agua contra incendio que cumple con los requerimientos de las normas aplicables de la NFPA.

Una bomba eléctrica, proporciona un abastecimiento de agua sin tratar mediante un tanque de agua contra incendio. Los controles de nivel del tanque de agua contra incendio arrancarán y pararán automáticamente la bomba según sea necesario para mantener el nivel en el tanque de agua contra incendio. La capacidad del tanque de agua contra incendio es de 830 m3.

Como parte del mantenimiento de los equipos se realizan las pruebas de caudal de la bomba para verificar que cumpla con los parámetros definidos por la NFPA, mantenimiento a todos los hidrantes, monitores, válvulas de compuerta, gabinetes y mangueras.

Hidrantes y carretes de manguera

La estación de compresión CS2 cuenta con hidrantes y carretes de manguera, para proporcionar abasto de agua contra incendio de acuerdo con las normas aplicables de la NFPA.

Equipo de bomberos

Como parte de los equipos contra incendio la estación de compresión CS2 cuenta con equipo de protección personal para combate de incendios el cual incluye: chaquetón, cubre pantalón, botas y casco.

Equipo para bloqueo y etiquetado

Durante el servicio o mantenimiento de los equipos, es de importancia crítica asegurar que el equipo no pueda activarse de manera accidental, ni que libere energía peligrosa almacenada. Por lo que la estación de compresión CS2 cuenta con un sistema de bloqueo y etiquetado a los equipos antes de darles mantenimiento, los trabajadores designados tienen que tomar una serie de medidas de seguridad para asegurar que los equipos no causen algún daño a la persona que da el mantenimiento.

Estación de entrega Campeche

La estación de entrega Campeche reduce la presión del gasoducto a presiones de entrega para la planta CCC Campeche, dentro de los dispositivos de control que incluye la estación se tiene en la etapa de filtración un sistema de alivio de presión e interruptores de alarma de alto nivel.

Una unidad de cromatógrafo de gases proporciona parámetros de calidad de gas en tiempo real, la unidad de cromatógrafo mediante RTU mantiene comunicación con el sistema SCADA y con el simulador Synergi Pipeline que incluyen las presiones y temperaturas de flujo diario para mantener los parámetros en el rango adecuado.

El equipamiento de la estación está constituido por reguladores de presión, medidor de flujo conectado a la RTU para la supervisión remota a través del sistema SCADA en el cuarto de control principal, válvulas de alivio y reguladores de contrapresión.

Equipo contra incendio

La estación de entrega Campeche cuenta con 3 extintores los cuales se ubican en los siguientes puntos de la instalación:

- Área de generador de emergencia.
- Cuarto de control.
- Caseta de vigilancia.

Estación de entrega Mérida II y Mérida III

En las estaciones de entrega de Mérida II y Mérida III, las presiones del gas se reducen de la presión del gasoducto a presiones de entrega especificadas. El gas de baja presión se mide inmediatamente antes de la transferencia de custodia. La medición de los volúmenes de gas de Mérida II y III se basa en medidores de una turbina de 8” instalados en tres trenes de medición en paralelos. Dos trenes funcionan normalmente, mientras que el tercero está en espera.

La comunicación entre los cromatógrafos y su RTU se realiza a través de una conexión en serie con el sistema SCADA. Las válvulas diversas están diseñadas de acuerdo con la Especificación 23634-000-3PS-DRPG-F01, Especificación Técnica para Material de Tuberías. Dado que todas las válvulas se instalaron superficialmente, están pintadas de acuerdo con los procedimientos de pintura y recubrimiento estándar

del proveedor aceptados.

Parte de la instrumentación de control de las estaciones de entrega se tiene:

- Indicador de nivel.
- Manómetro.
- Indicador de temperatura.
- Válvula de alivio de presión.
- Indicador de presión diferencial.
- Regulador de presión.

Equipo contra incendio

La estación de entrega Mérida III cuenta con 2 extintores los cuales se ubican en los siguientes puntos de la instalación:

- Área de generador de emergencia.
- Cuarto de control.

Estación de entrega Valladolid III y Valladolid CC.

En las estaciones de entrega de Valladolid III y Valladolid CC, las presiones del gas se reducen de la presión del gasoducto a presiones de entrega especificadas. El gas de baja presión se mide inmediatamente antes de la transferencia de custodia.

La comunicación entre los cromatógrafos y su RTU se realiza a través de una conexión en serie con el sistema SCADA. Las válvulas diversas están diseñadas de acuerdo con la Especificación 23634-000-3PS-DRPG-F01, Especificación Técnica para Material de Tuberías. Dado que todas las válvulas se instalaron superficialmente, están pintadas de acuerdo con los procedimientos de pintura y recubrimiento estándar del proveedor aceptados.

Parte de la instrumentación de control de las estaciones de entrega se tiene:

- Indicador de nivel.
- Manómetro.

- Indicador de temperatura.
- Válvula de alivio de presión.
- Indicador de presión diferencial.
- Regulador de presión.

Equipo contra incendio

La estación de entrega Mérida III cuenta con 3 extintores los cuales se ubican en los siguientes puntos de la instalación:

- Área de generador de emergencia.
- Cuarto de control.

Sistemas de Control Clúster Mérida.

El City Gate Umán para llevar a cabo el transporte de gas natural cuenta con un conjunto de dispositivos que permiten el control y medición del gas natural de acuerdo con cada área de la instalación los dispositivos se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 4. Equipos de control en la sección de filtración.

Cantidad	Equipo de control
1	Válvula de bloqueo tipo bola de 2”Ø 600# RF en la línea 2”-GN-101-COI-TD01/ 2”GN-201- COI-TD01 de entrada a los filtros F.E.C.-1001/2001
1	Válvula de bloqueo tipo bola de 2”Ø 600# RF en la línea 2”-GN-101-COI-TD01/ 2”-GN201-COI-TD01 de salida de los filtros F.E.C.-1001/2001
1	Filtro coalescente F.E.C.-1001/2001, con boquillas de entrada y salida en 2”Ø 600# RF
1	Indicador de presión diferencial PDI-1301/1302 instalado en cada filtro F.E.C.-1001/2001
1	Indicador de presión manométrica PI-1304/1305 instalado en cada filtro F.E.C.-1001/2001
1	Válvula de seguridad de presión PSV/1301/1302 instalada en cada filtro F.E.C.-1001/2001
1	Indicador de nivel tipo bandera LI-1301/1302 instalado en cada filtro F.E.C.-1001/2001

La sección de medición está integrada por los siguientes equipos que permiten el monitoreo y control de

la instalación:

Tabla 5. Equipos de control en la sección de medición.

Cantidad	Equipo de control
1	Válvula de bloqueo tipo bola de 2"Ø 600# RF a la entrada de cada tren de medición
1	Válvula de bloqueo tipo bola de 2"Ø 600# RF a la salida de cada tren de medición.
1	Medidor tipo turbina FIT-1301/1302 de 2" Ø 600# RF para flujo máximo
1	Transmisor indicador de presión PIT-1301/1302.
1	Transmisor indicador de temperatura TIT-1301/1302.
1	Indicador de presión manométrica PI-1301/1302.
1	Indicador de presión temperatura TI-1301/1302
1	Computador de flujo FQI-1301.

La sección de regulación está integrada por dos trenes de regulación los cuales operan bajo la condición uno en operación y otro que entra a operar en forma automática para cuando el que este en operación falle completamente, en la siguiente tabla se indican los elementos que conforman cada tren de regulación.

Tabla 6. Equipos de control en la sección de regulación.

Cantidad	Equipo de control
1	Válvula de bloqueo tipo bola de 2"Ø 600# RF a la entrada de cada tren de regulación de presión.
1	Válvula de bloqueo tipo bola de 3"Ø 300# RF a la salida de cada tren de regulación de presión
1	Regulador de presión monitor PMV-1301/1302 de 1" Ø 600# RF, que lleva integrado una válvula de corte SSV-1301/1302.
1	Regulador de presión activo PCV-1303/1304 de 1" Ø 600# RF
1	Indicador de presión manométrica PI-1306/1307 en la línea 3"-GN-301-COI-TD01 / 3"-GN301-GN- 010B-COI-TB01
1	Indicador de presión manométrica PI-1308/1309 en la línea 3"-GN-401-COI-TD01 / 3"- GN-402-COI-TB01

En el cabezal de salida que conduce el flujo de salida del City Gate hacia la Estación Cliente 1 se encuentran instalados los siguientes equipos para monitoreo y control de presiones del sistema.

Tabla 7. Equipos de control en la interconexión.

Cantidad	Equipo de control
1	Transmisor indicador de presión PIT-1304 en la línea de salida (3"-GN-501-COI-TB01) de la ERM.
1	Indicador de presión manométrica PI-1310.

Este sistema, es capaz de odorizar rangos de flujo de gas natural de 0.25 m^3 /s a 15.3 m^3 /s. En la siguiente tabla se indican los componentes de dicho sistema:

Tabla 8. Componentes del sistema de odorización.

Cantidad	Equipo de control
1	Controlador
1	Verómetro
1	Módulo de almacenamiento
1	Tanque de almacenamiento de odorante de 250 galones
1	Indicador de presión manométrica en el tanque de almacenamiento
1	Válvula de seguridad de (PSV-002/003) en el tanque de almacenamiento
1	Indicador de nivel electrónico en tanque de almacenamiento

Cuarto de control principal

El cuarto de control principal localizado en Mérida monitorea el gasoducto las 24 horas del día, los 365 días del año, en tres turnos de trabajo de 9, 8 y 7 horas correspondientes a mañana, tarde y noche, además permanece un controlador en guardia pasiva para el caso de emergencias, como parte de su equipamiento, las instalaciones cuentan con medidas y dispositivos de respuesta ante una emergencia. Dentro de los equipos que lo conforman se tiene:

- Equipo contra incendio (extintores de CO_2, mantas ignífugas).
- Detectores de humo.
- Señalética de advertencia, auxilio y obligación.
- Salida de emergencias.
- Botiquín de primeros auxilios.

- Planta de energía para emergencias.

Medidas preventivas

Programa de capacitación de personal- Entrenamiento para el trabajo seguro.

Como medidas preventivas en la operación del sistema de transporte de gas natural se capacita al personal técnico en las instrucciones de trabajo que contienen recomendaciones para prevenir los riesgos identificados en el Análisis de Riesgo. En el Anexo No. 14 Programa y evidencia de capacitación del personal/ Evidencia de capacitación técnica se presentan las evidencias de capacitación del personal.

Programa de capacitación de personal- Entrenamiento de brigadas

Se tiene un programa de capacitación en materia de Protección Civil, para que el personal brigadista que labora en las instalaciones esté en la capacidad de atender una emergencia que pueda presentarse. En el Anexo No. 12 Fotográfico/Evidencia de capacitación PC, se presentan las evidencias (constancias) de los integrantes de las brigadas en temas de: evacuación de centros de trabajo y técnicas de búsqueda y rescate, primeros auxilios, prevención y protección contra incendio, y evacuación de centros de trabajo.

Programa de supervisión de contratistas

La empresa tiene un programa de requerimientos en materia de seguridad y supervisión a contratistas, se realiza una evaluación asignando calificaciones a los distintos rubros presentados. Dentro de los puntos a evaluar se tiene que la contratista debe cumplir con:

1) Manual de Seguridad (Catálogo de peligros y lesiones).
2) Supervisor de Seguridad.
3) Análisis de Seguridad en la Tarea (Comportamiento seguro).
4) Capacitación en Respuesta a Emergencias y Seguridad.
5) Equipo de Protección Personal.
6) Equipamiento de respuesta a emergencias (extintores, herramientas, vehículos.).

De igual forma la empresa cuenta con un procedimiento para establecer los requerimientos que deben cumplir los contratistas o subcontratistas. En el Anexo No. 17 Contratistas se presenta un ejemplo de la

evaluación a contratistas y el procedimiento SEGURIDAD-IN-04.

Programa de Mantenimiento

Se cuenta con programa de mantenimiento aplicable a todo el sistema, el cual tiene como objeto verificar y asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones y equipos, alargar la vida de los equipos y prevenir los riesgos de fugas de gas natural. También se cuenta con programas de mantenimiento específico para las estaciones de compresión y sus equipos de detección de gas natural y contra incendio. Ver Anexo No. 6 Programa y evidencia de mantenimiento Anexo No. 4 Representación de radios de afectación.

Mantenimiento preventivo

Este se realizará para evitar que existan fallas fuertes en las instalaciones y equipos a fin de mantener permanentemente y en buen estado de funcionamiento las instalaciones (ver Anexo No. 6 Programa y evidencia de mantenimiento). Dentro de las principales actividades que incluye el programa como parte del mantenimiento preventivo se tiene:

- Derecho de vía.
- Mantenimiento o remplazo de señalamientos.
- Reparación de deslaves en pendientes.
- Inspección de instalaciones superficiales.
- Visitas a propietarios.
- Visitas a autoridades.
- Patrullaje terrestre en zonas rurales y urbanas.
- Limpieza e inspección de instalaciones superficiales.
- Corrosión externa.
- Inspección y mantenimiento de recubrimiento.
- Inspección y mantenimiento de instalaciones superficiales y válvulas principales.
- Medición de potenciales en el gasoducto.

- Inspección y mantenimiento de rectificadores, cama de ánodos e instalaciones eléctricas.
- Válvulas de seccionamiento.
- Mantenimiento general a válvulas de seccionamiento.
- Mantenimiento general a termogeneradores y dispositivos de seguridad.
- Inspección y limpieza a sistema remoto de monitoreo a válvulas de seccionamiento que aplican.
- Libranzas en interconexiones del gasoducto.
- Mantenimiento a EM PEMEX.
- Inspección y mantenimiento a cuarto de control.
- Inspección y mantenimiento a válvulas.
- Inspección y mantenimiento a instalaciones eléctricas.
- Inspección y mantenimiento a alumbrado exterior y sistema de tierras.
- Mantenimiento a CC Campeche.
  - ✓ Verificación de equipo de medición.
  - ✓ Mantenimiento a cuarto de control.
  - ✓ Inspección y mantenimiento a computador de flujo.
  - ✓ Inspección a turbinas de medición.
  - ✓ Mantenimiento general de calentadores.
  - ✓ Inspección y mantenimiento de equipos de respaldo de energía.
  - ✓ Mantenimiento a válvulas reguladores y automáticas.
  - ✓ Mantenimiento general de equipos a presión.
  - ✓ Verificación de cono de viento de la estación.
- Mantenimiento a EM Mérida II y III.
  - ✓ Mantenimiento a cuarto de control.
  - ✓ Mantenimiento a válvulas de corte.

- ✓ Inspección de turbinas de medición.
- ✓ Inspección y mantenimiento a válvulas reguladoras, válvulas de control de presión.
- ✓ Mantenimiento a calentadores.
- ✓ Mantenimiento a equipos de respaldo de energía.
- ✓ Verificación de instrumentos de medición, termómetros bimetálicos, manómetros y trasmisores de presión.
- ✓ Mantenimiento a válvulas automáticas.

- Mantenimiento a Valladolid CC y III.
  - ✓ Mantenimiento a cuarto de control.
  - ✓ Mantenimiento a válvulas de corte.
  - ✓ Inspección de turbinas de medición.
  - ✓ Inspección y mantenimiento a válvulas reguladoras, válvulas de control de presión.
  - ✓ Mantenimiento a calentadores.
  - ✓ Mantenimiento a equipos de respaldo de energía.
  - ✓ Verificación de instrumentos de medición, termómetros bimetálicos, manómetros y trasmisores de presión.
  - ✓ Mantenimiento a válvulas automáticas.
- Mantenimiento a EM3.
  - ✓ Mantenimiento a equipo de medición.
  - ✓ Mantenimiento a filtros separadores.
  - ✓ Mantenimiento a caseta de control de flujo.
  - ✓ Mantenimiento de equipos de medición y calidad de gas.
  - ✓ Mantenimiento de detectores de gas y fuego.
  - ✓ Mantenimiento a instrumentos de medición (transmisores de nivel, presión, termómetros bimetálicos y manómetros).
  - ✓ Mantenimiento general a válvulas automáticas.

- ✓ Mantenimiento a Cuxtal.
- ✓ Mantenimiento y limpieza general de estación.
- ✓ Verificación de equipo de medición.
- ✓ Inspección y mantenimiento de equipos de medición y calidad de gas.
- ✓ Inspección y verificación de detectores de gas y fuego.
- ✓ Verificación de transmisores de nivel y presión diferencial.
- ✓ Mantenimiento general de válvulas automáticas.

Celaje de toda la red

El programa de celaje (patrullaje) es el control superficial de los ductos ante cualquier afectación directa o indirecta que pueda generar interferencia y la posibilidad de ocasionar una fuga o daño a los ductos. Este se realiza para detectar de manera temprana las fugas, las evidencias de celaje aéreo y terrestre se presenta en el Anexo No. 6 Programa y evidencia de mantenimiento.

Detección de Fugas

La detección de fugas se lleva a cabo mediante recorrido utilizando equipo de detección en tiempo real con sensores que permiten encontrar las fugas a varios metros de distancia. Adicionalmente se tiene una revisión continua de fallas y fugas en las instalaciones anteriormente mencionadas.

Alarmas

El Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan cuenta con tableros de seguridad formado por dispositivos, circuitos, interruptores y otros elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, donde interaccionan las señales de entrada provenientes de los detectores y estaciones manuales de alarmas, generando señales que activan las alarmas. Pueden hacer funcionar los sistemas automáticos para el combate de incidentes no tolerables, además de transmitir la información recabada a los sistemas que controlan el proceso de una instalación industrial y a otros sistemas relacionados con la seguridad.

Limpieza de ductos

El Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan cuenta con un sistema de limpieza de los gasoductos que consiste en el envío y recepción de diablos, estos son dispositivos que se insertan y viajan por la longitud de la tubería, impulsados por el flujo de esta, para el mantenimiento, limpieza e inspección de las tuberías del sistema de transporte.

Recubrimiento anticorrosivo

La prevención de la corrosión externa en tubería de acero enterrada o sumergida se efectúa mediante la aplicación de revestimientos anticorrosivos y sistemas de protección catódica, con el propósito de tener tuberías seguras y en buenas condiciones de operación. La función del recubrimiento consiste en separar la estructura metálica del medio en el cual se encuentra ofreciendo una protección contra la corrosión Para evitar problemas de corrosión externa en la tubería enterrada, fue aplicado recubrimiento epóxico adherido por fusión (FBE-Fusion Bonded Epoxy), basándose en los requerimientos de la norma CSA-Z245.20-10 " Plant-applied external fusion bond epoxy coating for steel pipe. Para tubería especial en cruces el FBE fue reforzado con protección mecánica adicional.

En el total del sistema de transporte se aplica y adhiere recubrimiento anticorrosivo a la superficie externa de los ductos metálicos para protegerla contra los efectos corrosivos producidos por el medio ambiente. Los recubrimientos empleados en el sistema de transportes se enlistan a continuación:

1L FBE: Epóxido de capa única fijado por fusión, con bajos resultados de desunión catódica a temperaturas más elevadas. Específicamente, Nap-Guard 2501 ó 3M 6233. El espesor de película es 0,35mm (14 mils).

2L FBE: Epóxido de doble capa y fijado por fusión para temperaturas superiores a 70°C (158 F). El espesor de la película es de 0,6 mmm (24 mils). Específicamente, Nap-Guard Gold Dual Powder System 2501/2504 o 3M Dual Coat 6233/6251.

PU/EX: Poliuretano aplicado por atomización en caliente, de 1,0 mm (40 mils) de espesor o un epóxido de altos sólidos aplicado sobre el revestimiento FBE para dar resistencia a la abrasión durante la inserción en cruces horadados. Específicamente, SPC Zebron, o poliuretano Kima Val-Pipe 100, oepóxido Powercrete Black, u otros aprobados por Bechtel MET.

EPOXY: Epóxido aplicado en forma líquida con resistencia termal a 70°C (158°F). Específicamente, Denso Protal 7000HP aplicado a un espesor de 0,6 mm (24 mils), Powercrete J aplicado a un espesor de 1,0 mm (40 mils), u otros aprobados por Bechtel MET.

FC EXP: Epóxido modificado de alto peso molecular aplicado en forma líquida para servicio a más de 70°C

(158°F). El espesor de la película es de 0,6 mm (24 mils). Se requiere curado forzado a 60°C (140°F) durante 3 horas. Específicamente Denso Protal 7000XP u otros aprobados por Bechtel MET.

EHSS: Camisa de contracción por calor a base de epóxido adecuada para temperatura de operación de hasta 80°C (176°F). Específicamente, Raychem HTLP 80-B.

Protección catódica y medición de potenciales

Para proteger las estaciones de la corrosión exterior se diseñaron sistemas de protección catódica a base de ánodos galvánicos; mientras que para el ducto se utiliza la protección catódica a base de corriente impresa suministrada por 27 rectificadores de protección catódica. Para mayor detalle ver Anexo No. 5 Medidas preventivas para escenarios.

La protección catódica permite prevenir la corrosión exterior del gasoducto mediante el levantamiento y análisis de potenciales, así como la realización de ajustes y correcciones manteniendo las variables de trabajo dentro de los rangos indicado en los criterios de aceptación, minimizando con ello las fugas de gas natural.

Sistema de tierras físicas y pararrayos

El sistema de transporte cuenta con sistema puesta a tierra, potencial de rayo y plan de protección catódica que permite limitar las tensiones de paso y toque en el cuarto eléctrico y en los patines de medición, durante una falla a tierra, así como proporcionar un camino de baja impedancia, con la finalidad de brindar protección al personal, al equipo del sistema eléctrico y a las instalaciones superficiales en general.

Inventario de equipos, recursos materiales y/o insumos requeridos y disponibles para la atención de emergencias.

Equipos para atención de emergencias en estación de medición Cactus.

Para dar atención ante una emergencia el Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan cuenta con equipos de detección para identificar una fuga en la estación de medición Cactus y en caso de un incendio se cuenta con equipos contra incendio los cuales están conformados como se presentan a continuación.

Detectores de gas

Tabla 9. Detectores en el área de proceso.

Tipo	TAG	Cantidad
Detector de H2S	DT-03-01	2
	DT-03-02	
Detector de gas combustible (metano)	DG-03-01	2
	DG-03-02	

Tabla 10. Alarmas en el área de proceso.

Tipo	TAG	Cantidad
Alarma visible exterior	EEaz-03-01	2
	EEaz-03-02	
Alarma audible multitono	AAE-03-01	1

Tabla 11. Detectores y botón de pánico en caseta de analizadores.

Tipo	TAG	Cantidad
Detector de fuego y flama	FD-51001	2
	FD-51002	
Detector de gas combustible (metano)	FGD-51001	2
	FGD-51002	
Detector de gas tóxico (H2S)	TDG-51001	1
Detector de gas tóxico (CO2)	TDG-51002	1
Detector de oxígeno O2	OGD-51001	1
Botón de pánico	PB-51001	1

Tabla 12. Alarmas y estaciones en caseta de analizadores.

Tipo	TAG	Cantidad
Alarma visible exterior	VA-51001G	2
	VA-51002R	

Tipo	TAG	Cantidad
Alarma audible exterior	AA-51001	1
Alarma visible interior	VA-51003R	1
Alarma audible interior	AA-51002	1
Estación de alarma exterior	MS-51001	1
Estación de alarma interior	MS-51002	1

Tabla 13. Detectores y estación manual en cuarto de baterías.

Tipo	TAG	Cantidad
Detector de hidrógeno	DH-02-01	1
Estación manual exterior	EME-02-01	1

Tabla 14. Alarmas en cuarto eléctrico y control.

Tipo	TAG	Cantidad
Alarma visible exterior	EE-02-01	1
Alarma audible exterior	AAE-02-01	1
Alarma visible con modulo audible int.	AVI-01-01	1

Tabla 15. Alarmas en cuarto eléctrico y control.

Tipo	TAG	Cantidad
Alarma visible exterior	EE-02-01	1
Alarma audible exterior	AAE-02-01	1

Equipo contra incendio

Como equipo contra incendio la estación de medición Cactus cuenta con los siguientes extintores:

Tabla 16. Extintores en Estación de Medición Cactus.

Extintor	Agente extintor	Cantidad
Extintor portátil	HCFC	2
	CO2	1

	PQS	5

Adicionalmente la estación cuenta con 4 extintores móviles distribuidos en las siguientes áreas de la estación:

- Tanque de condensados.
- Área de filtros.
- Área de trampa de envío de diablos.
- Área de salida de estación a ducto.

Equipos para atención de emergencias en estación de medición EM2.

Dentro de los equipos con lo que cuenta la estación de medición 2 para detección se tiene detectores de fuego, ultrasónicos, gas tóxico y gas combustible, cabe mencionar que el sistema se encuentra adicionalmente en constante monitoreo mediante el sistema SCADA.

Detectores de gas

Como parte del sistema de detección la estación de medición EM2 cuenta con detectores de gas y fuego en sus instalaciones, los equipos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 17. Detectores de gas en estación de medición EM2.

Tipo de detector	TAG	Cantidad
Detector de fuego	YT-21901	3
	YT-21902	
	YT-21903	
	YT-21904	
	YT-21905	
Detector ultrasónico	YT-21910	3
	YT-21911	
	YT-20911	

Tipo de detector	TAG	Cantidad
Detector de gas tóxico (H2S)	YT-21923	2
	YT-23901	
Detector de gas combustible (CH4)	YT-23903	1

Equipo contra incendio

El equipo contra incendio con el que cuenta la estación de medición EM2 se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 18. Extintores en EM2.

Extintor	Agente extintor	Cantidad	Capacidad (kg)
Extintor móvil	PQS	2	50
Extintor portátil	CO2	15	4.5

Equipos para atención de emergencias en estación de medición EM3.

Dentro de los equipos con lo que cuenta la estación de medición 3 para detección se tiene detectores de fuego, ultrasónicos y gas tóxico, el sistema también se encuentra en constante monitoreo mediante el sistema SCADA.

Equipos de detección

Como parte del sistema de detección la estación de medición EM3 cuenta con los equipos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 19. Detectores de gas en Estación EM3.

Tipo de detector	TAG	Cantidad
Detector de fuego	YT-22901	7
	YT-22902	
	YT-22903	
	YT-22904	

Tipo de detector	TAG	Cantidad
	YT-22905	
	YT-22906	
	YT-22907	
Detector ultrasónico	YT-22909	4
	YT-22910	
	YT-22911	
	YT-22912	
Detector de gas tóxico (H2S)	YT-22921-A	4
	YT-22921-B	
	YT-22922	
	YT-22923	

Equipos de contra incendio.

Los equipos contra incendio con los que cuenta la estación de medición EM3 se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 20. Extintores en EM3.

Extintor	Agente extintor	Cantidad	Capacidad (kg)
Extintor móvil	PQS	2	50 kg
Extintor portátil	PQS	1	6 kg
	PQS	2	9 kg
Extintor portátil	CO2	3	4.5 kg

Equipos para atención de emergencias en estación de compresión CS1. Sistema de agua contra incendio.

La estación de compresión CS1 está equipada con un sistema de abastecimiento de agua contra incendio que cumple con los requerimientos de las normas aplicables de la NFPA.

La bomba eléctrica, proporciona un abastecimiento de agua sin tratar mediante un tanque de agua contra incendio. Los controles de nivel del tanque de agua contra incendio arrancarán y pararán automáticamente la bomba según sea necesario para mantener el nivel en el tanque de agua contra incendio. La capacidad del tanque de agua contra incendio es de 830 m3. La bomba de agua contra incendio proveerá ante una emergencia la capacidad inicial para combatir el fuego.

La estación de compresión CS1 cuenta con una bomba eléctrica principal como parte de la red contra incendio de la estación, los datos de referencia del fabricante de la bomba se presentan a continuación:

Tabla 21. Datos del fabricante de la bomba contra incendio en CS1.

GPM	P (psi)	RPM
0	152.5	3550
500	145.5	3550
750	130	3550

Tabla 22. Datos obtenidos de prueba de caudal más reciente de la bomba contra incendio en CS1.

GPM	P (psi)	RPM
0	151	3550
568	137	3550
851	114	3550

En la siguiente tabla se presentan los parámetros que se evalúan en la inspección y mantenimiento a la bomba eléctrica contra incendios.

Tabla 23. Parámetros a evaluar de la bomba contra incendio en CS1.

Parámetros solicitados para la bomba eléctrica contra incendio	Valor esperado
Presión de arranque (caída de presión en el manómetro)	95 psi
Presión de trabajo sin flujo de agua	110 psi
Revoluciones del motor	3560 rpm
Presión de succión de la bomba	110 psi
Estado de los cojinetes (ligeramente calientes)	Irregular
Estado de las juntas (se espera un poco de flujo de agua)	Irregular

Parámetros solicitados para la bomba eléctrica contra incendio	Valor esperado
Algún sonido extraño o vibración	No

Equipos de detección

Con la finalidad de detectar la presencia de gas e incrementos en la temperatura la estación de compresión CS1 cuenta con sensores instalados en turbo compresores, los cuales se describen a continuación:

Tabla 24. Sensores UV en turbo compresor CS1.

TAG	Sensor	Ubicación
Z398-50	Detector UV	Sección delantera
Z398-51	Detector UV	Sección media

Tabla 25. Sensores térmicos en turbo compresor CS1.

TAG	Sensor	Ubicación
S398-31A	Detector térmico	Instalado en la entrada de aire de la turbina
S398-31B	Detector térmico	Instalado en la parte media de la turbina

Tabla 26. Sensor de gas en turbo compresor CS1.

TAG	Sensor	Ubicación
ZX399-1	Sensor de gas	Instalado en turbo compresor

Equipos para atención de emergencias en estación de compresión CS2. Sistema de agua contra incendio.

La estación de compresión CS2 está equipada con un sistema de abastecimiento de agua contra incendio que cumple con los requerimientos de las normas aplicables de la NFPA.

La bomba eléctrica, proporciona un abastecimiento de agua sin tratar mediante un tanque de agua contra incendio. Los controles de nivel del tanque de agua contra incendio arrancarán y pararán automáticamente la bomba según sea necesario para mantener el nivel en el tanque de agua contra incendio. La capacidad del tanque de agua contra incendio es de 830 m^3. La bomba de agua contra incendio proveerá ante una

emergencia la capacidad inicial para combatir el fuego.

La estación de compresión CS2 cuenta con una bomba eléctrica como parte de la red contra incendio de la estación, los datos de referencia del fabricante de la bomba se presentan a continuación:

Tabla 27. Datos del fabricante de la bomba contra incendio CS2**.**

GPM	P (psi)	RPM
0	143	3525
750	125	3525
1125	108	3525
1175	104	3525

Tabla 28. Datos obtenidos de prueba de caudal más reciente de la bomba contra incendio CS2.

GPM	P (psi)	RPM
0	143	3525
851	120	3525
1542	80	3525

Equipos de detección.

Con la finalidad de detectar la presencia de gas e incrementos en la temperatura la estación de compresión CS2 cuenta con sensores instalados en turbo compresores, los cuales se describen a continuación:

Tabla 29. Sensores UV en turbo compresor CS2.

TAG	Sensor	Ubicación
Z398-50	Detector UV	Sección delantera
Z398-51	Detector UV	Sección media
Z398-52	Detector UV	Sección trasera

Tabla 30. Sensores térmicos en turbo compresor CS2.

TAG	Sensor	Ubicación
S398-31A	Detector térmico	Instalado en la entrada de aire de la turbina
S398-31B	Detector térmico	Instalado en la parte media de la turbina

TAG	Sensor	Ubicación
S398-31C	Detector térmico	Instalado en la parte media de la turbina

Tabla 31. Sensor de gas en turbo compresor CS2.

TAG	Sensor	Ubicación
ZX399-100	Sensor de gas	Instalado en la parte delantera de turbo compresor
ZX399-103	Sensor de gas	Instalado en la parte trasera de turbo compresor

Sistema de supresión de incendios por CO2 en estaciones de compresión.

Las estaciones de compresión CS1 y CS2 cuentan con un sistema de supresión de incendios de CO2 el cual es un sistema diseñado para riesgos especiales que utiliza una tubería fija, una red de distribución de boquillas, carretes de manguera o una combinación de ambos. Estos sistemas brindan protección contra incendios utilizando dióxido de carbono como extintor, diseñados de acuerdo con la NFPA sobre sistemas de extinción de dióxido de carbono.

El sistema de supresión de incendios de CO_2 está diseñado para descargar una cantidad específica de CO_2 a través de boquillas ubicadas dentro del área de peligro, ya sea como una aplicación local o una aplicación de inundación total. La cantidad de CO_2 necesaria para el sistema ha sido cuidadosamente calculada para cumplir con los estrictos requisitos dela NFPA. Pueden aplicarse requisitos adicionales según la aplicación, las especificaciones de diseño y la autoridad competente.

El sistema de extinción de incendios de dióxido de carbono consta de: CO_2 que contiene tuberías y boquillas de descarga, dispositivos de actuación manuales y / o automáticos, dispositivos de detección eléctricos, neumáticos, por cable o manuales locales, dispositivos de alarma y panel de control

El sistema debe estar provisto de un medio para operar usando un control automático o manual. Sin embargo, un control manual de actuación debe acompañar a un medio automático de actuación como un control redundante. El funcionamiento automático del sistema es eléctrico utilizando detectores de calor, detectores de humo fotoeléctricos, detectores de humo de ionización o detectores de llama ópticos.

Se utiliza un cabezal de control (eléctrico, neumático, por cable o manual local) para operar las válvulas del contenedor de agente de CO_2 en contenedores adicionales.

Cilindros de CO_2 en CS1.

El sistema de supresión de incendio por CO_2 consiste en un sistema primario de distribución para inundación total del encabinado y de un sistema secundario de distribución medida para prolongar a 20

minutos la concentración al 30 por ciento de CO_2. Un gabinete para cilindros contra incendio a prueba de intemperie, equipado con puertas para mantenimiento, alojará los cilindros de CO_2.

Tabla 32. Cilindros de CO_2 en turbo compresores CS1.

Cantidad	Capacidad	Tipo	Características
1	100 lb	Primario	Activado automáticamente por medio del solenoide L598-20.
1	100 lb	Extendido	Activado automáticamente por medio del solenoide L598-21.
1	100 lb	Extendido, mecánico	Se activa a consecuencia de la presión del CO2 liberado del tanque extendido automático. Ambos cilindros se irán descargando poco a poco para mantener el nivel de CO2 requerido y evitar un reinicio del conato.

Cilindros de CO_2 en CS2.

El sistema de supresión de incendio por CO_2 consiste en un sistema primario de distribución para inundación total y de un sistema secundario de distribución medida para prolongar a 20 minutos la concentración al 30 por ciento de CO_2. Un gabinete para cilindros contra incendio a prueba de intemperie, equipado con puertas para mantenimiento, alojará los cilindros de CO2.

Tabla 33. Cilindros de CO_2 en turbo compresores CS2.

Cantidad	Capacidad	Tipo	Características
1	100 lb	Primario	Activado automáticamente por medio del solenoide L598-20
1	100 lb	Extendido	Activado automáticamente por medio del solenoide L598-21
2	75 lb	Extendido, mecánico	Se activan a consecuencia de la presión del CO2 liberado de los tanques primarios automáticos. Ambos cilindros se irán descargando poco a poco para mantener el nivel de CO2 requerido y evitar un reinicio del conato.

Equipos disponibles para atención de emergencias en EM Campeche.

La estación de medición Campeche cuenta con un inventario de 4 extintores distribuidos en sus instalaciones, las especificaciones de dichos equipos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 34. Extintores en EM Campeche.

Agente extintor	Cantidad	Capacidad (kg)
PQS	1	9 kg

Agente extintor	Cantidad	Capacidad (kg)
PQS	1	6.8 kg
PQS	1	50 kg
CO_2	1	4.5 kg

Equipos para atención de emergencias en válvulas de seccionamiento.

La válvula de seccionamiento MLV 1-1 cuenta con los siguientes sistemas de seguridad de gas y fuego:

- Detector de gas hidrogeno TAG CC-200
- Detector de humo TAG CC-205

Por otra parte, la MLV 1-2 también cuenta con los siguientes sistemas de seguridad de gas y fuego:

- Detector de gas hidrogeno TAG CC-200
- Detector de humo TAG CC-205

Además, las siguientes válvulas de seccionamiento están equipadas con extintores.

Tabla 35. Extintores disponibles para la atención de emergencias en válvulas de seccionamiento.

Válvula de seccionamiento	Agente extintor	Capacidad (kg)	Cantidad
MLV 2-1	PQS	6 kg	1
MLV2-2	PQS	6 kg	1
MLV1	PQS	6 kg	1
MLV2	PQS	6 kg	1
MLV3	PQS	6 kg	1
MLV4	PQS	6 kg	1
MLV5	PQS	6 kg	1
MLV6	PQS	6 kg	1
MLV7	PQS	6 kg	1
MLV8	PQS	6 kg	1
MLV9	PQS	6 kg	1

Válvula de seccionamiento	Agente extintor	Capacidad (kg)	Cantidad
MLV10	PQS	6 kg	1
MLV11	PQS	6 kg	1
MLV12	PQS	6 kg	1
MLV13	PQS	6 kg	1
MLV14	PQS	6 kg	1
MLV15	PQS	6 kg	1
MLV16	PQS	6 kg	1
MLV17	PQS	6 kg	1
MLV18	PQS	6 kg	1
MLV19	PQS	6 kg	1
MLV20	PQS	6 kg	1
MLV21	PQS	6 kg	1

Equipos para atención de emergencias en Clúster Mérida.

El City Gate Umán cuenta con el equipo contra incendios que se describe a continuación:

Tabla 36. Características de extintores.

No.	Identificación	Localización	Tipo	Capacidad kg (lbs)
1	EX-01	Área de cuarto de control	Polvo químico seco tipo ABC	2.26 kg (5 lbs)
2	EX-02	Área de sistema de regulación	Polvo químico seco tipo BC	13.6 kg (30 lbs)
3	EX-03	Área del odorizador y sistema de filtrado	Polvo químico seco tipo BC	13.6 kg (30 lbs)

Detectores de gas portátiles.

El personal encargado de la operación y mantenimiento del Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan tiene asignado un detector portátil para detección de gas en las instalaciones, cada detector

cuenta con un número de serie, a continuación, se enlistan los detectores:

Tabla 37. Detectores de gas portátiles.

No.	No. Serie	TAG
1	527750_09-001	GD-01518
2	527750_09-002	GD-01519
3	527750_09-003	GD-01515
4	527750_09-004	GD-01516
5	527750_09-005	GD-01520
6	527750_09-006	GD-01514
7	527750_09-007	GD-01509
8	527750_09-008	GD-01508
9	527750_09-009	GD-01513
10	527750_09-010	GD-01512
11	527750_09-011	GD-01511
12	527750_09-012	GD-01510
13	527750_09-013	GD-01504
14	527750_09-014	N/A
15	527750_09-015	GD-01501
16	527750_09-016	GD-01517
17	527750_09-017	GD-01502
18	527750_09-018	GD-01505
19	527750_09-019	GD-01503
20	527750_09-020	GD-01506
21	527750_09-021	GD-01507
22	527750_09-022	N/A
23	527750_09-023	N/A
24	527750_09-024	N/A

No.	No. Serie	TAG
25	527750_09-025	N/A

Equipos de protección personal.

En la siguiente tabla se enlista el equipo de protección con el que cuenta el personal de Energía Mayakan en caso de una emergencia, también se presentan las áreas donde se requiere la utilización de cada equipo para sus actividades diarias como medida de prevención.

Tabla 38. Equipo de protección personal.

Equipo de protección personal	Áreas donde se requiere				
	Operación y mantenimiento/ DDV	Instalaciones/ Ampliaciones de red	Edificios operativos / almacenes	Áreas administrativas (recorridos y visitas de campo)	Proyectos grandes (supervisión de campo)
Casco de seguridad	X	X	X	X	
Barbiquejo para casco de seguridad	X	X	X	X	
Overol Tyvek con capucha	X				
Lentes de seguridad	X	X	X	X	
Lentes de seguridad negros	X	X			X
Lente graduado armazón (para personal que lo requiere)	X	X			X
Protección auditiva (orejeras y tapones auditivos)	X	X			X
Guantes de precisión nitrilo	X				
Guantes de precisión nitrilo espumado	X	X	X		
Guantes uso general pesado	X	X	X		X
Zapatos de seguridad	X	X	X	X	

Equipo de protección personal	Áreas donde se requiere				
	Operación y mantenimiento/ DDV	Instalaciones/ Ampliaciones de red	Edificios operativos / almacenes	Áreas administrativas (recorridos y visitas de campo)	Proyectos grandes (supervisión de campo)
Bota industrial sanitaria	X				
Arnés de seguridad (con línea de vida doble con amortiguador)	X	X	X		X
Chaleco reflejante	X	X		X	X
Equipos de respiración autónoma	X				
Zapatos de seguridad para brigadistas				X	X
Bota pantalonera extra alta	X				

Conos de viento

Las instalaciones superficiales del sistema de transporte cuentan con conos de viento los cuales son utilizados para obtener información visual de la dirección y velocidad del viento dentro de la instalación.

Señalética en instalaciones superficiales y ducto

La señalética como distintivo de seguridad aporta información sobre los potenciales riesgos de un área determinada; provee orientación y guías hacia las vías de evacuación o zonas de seguridad e indica la ubicación de equipos o sistemas que permitan controlar eventuales emergencias. Por esta razón, Energía Mayakan implementa la instalación e identificación de estos elementos de seguridad que resultan fundamentales para lograr el objetivo propuesto.

La señalética es una herramienta muy útil que, acompañada de otras, como la capacitación o difusión de la información, es altamente efectiva al responder ante una emergencia, por ello es colocada de acuerdo con el objetivo de la señal, las características de los espacios y los eventuales riesgos

En lo que respecta al ducto el sistema cuenta con postes de señalización a lo largo de todo el trazo los cuales cuentan con una placa metálica con información preventiva y el teléfono de emergencia en caso de un evento, el diseño de los postes.

VII.4. Recomendaciones técnico-operativas.

Tabla 39. Recomendaciones técnico-operativas.

No.	Recomendación	Descripción de la actividad	Área responsable	MR	Tipo de recomendación	Fecha de inicio	Fecha de término
1.	En caso de requerirse, hacer la actualización de clases de localización según se vayan modificando la densidad de población sobre el trayecto del Sistema de Transporte.	Se llevará a cabo la determinación de las clases de localización conforme a lo indicado en la NOM-007-ASEA-2016 numerales 7.4 y 7.5	Ductos	B	Preventiva	Marzo 2024	Marzo 2025
2.	Vigilancia continua del derecho de vía para evitar que terceros realicen trabajos sin coordinación de Energía Mayakan.	Se realizará de acuerdo con lo establecido en la NOM-007ASEA-2016 inspeccionando cada tramo del ducto para identificación de condiciones operativas o de mantenimiento anormales o inusuales, con el fin de que dichas condiciones anormales no causen riesgos.	Operación y mantenimiento	B	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
3.	Capacitar al personal para la atención de emergencias nivel externo.	Se dará cumplimiento al programa de capacitación anual en materia de Protección Civil.	HSSE/RH	B	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
4.	Mantener actualizado el Protocolo de Respuesta a Emergencias y que se incluyan las distancias de afectación (zonas de alto riesgo y amortiguamiento) para salvaguardar la integridad de la población, el medio ambiente y las instalaciones ante una emergencia.	Difundir entre el personal Protocolo de Respuesta a Emergencias, identificar zonas de afectación y conocer medidas de prevención y mitigación para actuar en caso de una emergencia.	HSSE	B	De mejora	Marzo 2021	Marzo 2022
5.	Se debe continuar implementando las medidas de mitigación derivadas del estudio de compatibilidad electromagnética entre las líneas de alta tensión y el gasoducto.	Realizar la implementación de las medidas de mitigación prioridad 3 y 4 marcados en el estudio de compatibilidad electromagnética	Operación y Mantenimiento	B	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022

No.	Recomendación	Descripción de la actividad	Área responsable	MR	Tipo de recomendación	Fecha de inicio	Fecha de término
6.	Determinar la integridad del Sistema de Transporte mediante el análisis de las indicaciones detectadas y/o análisis estructural para programar las actividades de mantenimiento preventivo y/o correctivo necesarios con la finalidad de asegurar la integridad mecánica si así se requiere.	Se continuará la aplicación del procedimiento Transporte-OPE-PR-13 Sistema de administración de integridad de ductos. En base a los resultados se dará respuesta al análisis de integridad conforme a lo indicado en 6.3.2 de la NOM-009-ASEA-2017 e implementando las medidas de mantenimiento y mitigación (preventivo, predictivo o correctivo) de la misma norma indicados en el numeral. Así como la implementación del programa RBI (Inspección Basada en Riesgos) para el caso de las instalaciones superficiales basado en la práctica recomendada internacional API 580/581	Integridad mecánica	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
7.	Continuar con la implementación del programa de mantenimiento preventivo para alargar la vida de las instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos.	Se dará cumplimiento al programa de mantenimiento llenando las órdenes de mantenimiento que correspondan y realizando los reportes de actividades pertinentes	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
8.	Mantener actualizada la lista de contacto con proveedores de gas natural para reportar cualquier falla en el suministro	La organización lo gestiona a través del contrato de Transporte. En el cual se especifican la lista de contactos. En caso de cambios de alguno de los contactos es informado por oficio	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
9.	Energía Mayakan envía al proveedor de gas natural la filosofía de funcionamiento y DTIs del patín de válvulas de control de flujo para su revisión y comentarios.	La organización lo gestiona a través de un acuerdo de interconexión con el suministrador de gas. En él se establecen los parámetros para el suministro de gas.	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
10.	Establecer un programa de capacitación al personal de nuevo ingreso y operativo anual sobre la operación y seguridad del sistema de transporte.	Se realizarán reuniones con el personal para considerar la implementación de programa de capacitación para personal de nuevo ingreso	HSSE/RH	C	De mejora	Marzo 2021	Marzo 2022

No.	Recomendación	Descripción de la actividad	Área responsable	MR	Tipo de recomendación	Fecha de inicio	Fecha de término
11.	Durante las actividades de envío y recibo de diablos, verificar que la presión de operación disponible a la entrada del equipo es menor a la presión máxima de trabajo permisible.	La organización cuenta con el procedimiento TRANSPORTEMAN-PR-08, Introducción, lanzamiento, recibo y retiro de diablos de limpieza e instrumentado en el cual se establecen las comunicaciones entre los involucrados en el lanzamiento de diablos, las especificaciones y parámetros de operación de los dispositivos.	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
12.	Durante las actividades de envío y recibo de diablos, verificar que las condiciones internas estén por debajo de las máximas de operación	La organización cuenta con el procedimiento TRANSPORTEMAN-PR-08, Introducción, lanzamiento, recibo y retiro de diablos de limpieza e instrumentado en el cual se establecen las comunicaciones entre los involucrados en el lanzamiento de diablos, las especificaciones y parámetros de operación de los dispositivos.	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
13.	Al realizar el venteo continuar verificando que el grado de explosividad sea menor a 5 %.	Realizar verificaciones con detectores de gas portátiles en actividades de venteo de acuerdo con el procedimiento TRANSPORTE-MAN-IN-31, Desfogue de ductos.	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
14.	Durante las actividades de envío y recibo de diablos, adecuar las condiciones en todo el circuito llevando un orden y control en la práctica, evitando eventos de sobrepresión que afecten la integridad del equipo.	La organización cuenta con el procedimiento TRANSPORTEMAN-PR-08, Introducción, lanzamiento, recibo y retiro de diablos de limpieza e instrumentado en el cual se establecen las comunicaciones entre los involucrados en el lanzamiento de diablos, las especificaciones y parámetros de operación de los dispositivos.	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
15.	Durante las actividades de envío y recibo de diablos, se recomienda usar nitrógeno para desplazar materiales inflamables (el nitrógeno elimina la posibilidad de generación de cargas estáticas).	Durante los trabajos de envío y recepción de diablos se utiliza el procedimiento TRANSPORTE-MAN-PR-08, Introducción, lanzamiento, recibo y retiro de diablos de limpieza e instrumentado. Se verifica de acuerdo con el documento TRANSPORTE-MPR-01-FO01, Formato reunión pre-obra en el cual se establecen los riesgos a considerar como lo es la electricidad estática.	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022

No.	Recomendación	Descripción de la actividad	Área responsable	MR	Tipo de recomendación	Fecha de inicio	Fecha de término
16.	En base a los radios de afectación determinados en el Análisis de riesgo, identificar aquellas fuentes de ignición cercanas que pudieran iniciar un incendio en caso de fuga de gas natural, implementar medidas para aquellas que se ubiquen dentro de las instalaciones de Energía Mayakan.	Con apoyo del personal en las instalaciones se realizará limpieza de las instalaciones y verificación para eliminar cualquier fuente de ignición.	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
17.	En todos los segmentos identificar aquellas zonas susceptibles a erosión, principalmente por lluvias atípicas en la región que en determinado momento pudieran dejar descubierto el ducto.	Se continuarán con los celajes terrestre y aéreos correspondientes al programa de mantenimiento y se evaluarán las condiciones de las zonas susceptibles a erosión y se tendrá una lista de puntos críticos	Operación y mantenimiento	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
18.	En zonas con actividad minera realizar acercamiento con las empresas de minería y solicitar atender las recomendaciones para trabajos seguros establecidos en el Plan de Prevención de Daños. En caso de requerirse trabajos cercanos al ducto tener disponibles personas de Energía Mayakan para la coordinación de las actividades.	Se lleva a cabo la visita a propietarios por el equipo de supervisión de ductos y se mantiene comunicación recíproca.	HSSE y Operación y Mantenimiento	C	De mejora	Marzo 2021	Marzo 2022
19.	En caso de requerirse atender de manera inmediata aquellas instalaciones donde el sistema de tierras haya sido vandalizado, minimizando con ello el riesgo por descarga eléctrica. Asegurar la disponibilidad de recursos materiales y humanos para realizar esta actividad.	Se realizarán a la brevedad las actividades de reposición del sistema de tierras físicas en instalaciones donde hayan sido vandalizadas.	Operación y mantenimiento	C	Correctiva	Marzo 2021	Marzo 2022
20.	Durante la realización de simulacros, considerar eventos que sobrepasen los límites de propiedad y que involucren a la población aledaña, a fin de implementar una mejora continua en los	Se plantearán estrategias de comunicación de riesgos a la población en las zonas más vulnerables.	HSSE	C	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022

No.	Recomendación	Descripción de la actividad	Área responsable	MR	Tipo de recomendación	Fecha de inicio	Fecha de término
	procedimientos de comunicación de riesgos a la población.						
21.	Considerar el reforzamiento de la comunicación en las zonas donde la señal de celular no funcione el 100% del tiempo.	Se realizarán reuniones con el área económica para considerar la probabilidad de adquisición de sistema de radios portátiles para personal en campo.	Operación y mantenimiento	C	De mejora	Marzo 2021	Marzo 2022
22.	Asegurar la disponibilidad de recursos humanos y materiales para dar cumplimiento al programa anual de mantenimiento.	Se cumplirá con el programa de mantenimiento, llenando las órdenes de trabajo pertinentes y realizando los reportes de actividades como evidencia de mantenimiento.	Operación y mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
23.	Continuar con el programa de suministro diario de gas natural.	La organización cuenta con un programa de suministro de gas basado en las nominaciones (Pedidos) de gas de clientes y las confirmaciones de gas del suministrador.	Operación y mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
24.	Continuar con la aplicación del procedimiento TRANSPORTE-MAN-PR-06 Aislamiento, Aseguramiento y Etiquetado	Se cuenta con el procedimiento TRANSPORTE-MAN-PR-06 Aislamiento, Aseguramiento y Etiquetado.	Operación y mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
25.	Informar de los resultados de los analizadores de gas con los proveedores de gas natural para establecer acciones coordinadas en caso de un aumento considerables en las concentraciones de ácido sulfhídrico.	La organización envía notificaciones de gas fuera de especificación cuando corresponda. Y como parte de sus procedimientos internos está el cierre de válvula de suministro una vez detectado el gas fuera de especificación. TRANSPORTE-OCG-PR-02 CALIDAD DEL GAS NATURAL	Operación y mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
26.	En zonas con altas probabilidades de lluvia y con problemas de inundación, considerar la posibilidad de elevar el recinto por encima de un nivel de inundación.	Se realizarán reuniones para evaluar factibilidad de elevar el recinto.	HSSE y Operación y Mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022

No.	Recomendación	Descripción de la actividad	Área responsable	MR	Tipo de recomendación	Fecha de inicio	Fecha de término
27.	Determinar la susceptibilidad del ducto de agrietamientos por SCC o HIC	Se determinará la susceptibilidad de agrietamientos mediante NACE SP0204 y corridas ILI de flujo transversal	Operación y mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
28.	Mantener actualizados los posibles efectos dominó con otras instalaciones de acuerdo con los escenarios de riesgo identificados en el Análisis de Riesgos.	Se comunicará al personal y a las instalaciones cercanas los posibles efectos dominó identificados en el ARSH.	HSSE	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
29.	En instalaciones superficiales identificar aquellos objetos o infraestructuras que en caso de colapso pudieran dañar los ductos.	Se dará cumplimiento al programa de mantenimiento y dentro de las actividades a realizar se verificará que todas las instalaciones estén despejadas de objetos que pudieran dañar los ductos.	Operación y mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
30.	Continuar con la inspección del recubrimiento anticorrosivo mediante los estudios necesarios en todos los segmentos del Sistema de Transporte para detectar imperfecciones o fallas.	Se realizará conforme a lo indicado en la NOM-007-ASEA-2016	Integridad mecánica	D	Preventiva	Marzo 2021	Diciembre 2022
31.	Para futuros crecimientos del Sistema de Transporte, durante la etapa de diseño considerar la identificación de riesgos de aquellos que tengan influencia sobre el tipo de material requerido y seguir el procedimiento de compras, adquirir lo requerido por diseño, supervisar que el material cumpla con las especificaciones la calidad establecida.	La organización cuenta con un área de compras y un área de proyectos quienes se encargan de llevar a cabo las adquisiciones para el desarrollo de diseño de nuevas infraestructuras, cuentan con el documento INVENTARIOS-PR-02, Gestión de materiales para proyectos.	Proyectos	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
32.	Programar simulacros de acuerdo con la probabilidad del evento tope más alta y donde haya mayor población afectable.	De ser posible se dará cumplimiento al programa de simulacros y se incluirá a la población de las zonas más vulnerables	HSSE	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022

No.	Recomendación	Descripción de la actividad	Área responsable	MR	Tipo de recomendación	Fecha de inicio	Fecha de término
33.	Se recomienda programar simulacros con la finalidad de ubicar de manera práctica y adecuada los puntos de reunión y asegurar que el personal siga instrucciones durante la emergencia, así como la evacuación de la población potencialmente afectable.	Se dará cumplimiento al programa de simulacros, recopilando evidencia e identificando los puntos de reunión, se considerará la participación de la población.	HSSE	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
34.	Se debe asegurar la operabilidad del equipamiento para mitigación de riesgos descrito en la sección VIII.1Sistemas de seguridad y medidas preventivas del Análisis de Riesgo, mediante el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo y la inspección basada en riesgo.	Se dará cumplimiento a lo planteado en el programa de mantenimiento llenando las órdenes de trabajo pertinentes y realizando los reportes de actividades como evidencia de mantenimiento.	Operación y mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
35.	Durante el diseño, construcción y la operación, considerar la identificación de los riesgos que tengan influencia sobre la alineación (erosión, cruces con cuerpos de agua, zonas inundables, tipo de suelos, etc).	Se continuarán realizando los celajes terrestres y aéreos sobre el derecho de vía para reforzar la información con respecto a las zonas con mayor riesgo hidráulicos, geológicos etc. Para la etapa de operación. En el caso de la etapa de diseño y construcción se toman en cuenta la identificación de zonas de alta consecuencia indicadas en la NOM-009-ASEA-2017	Operación y Mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022
36.	Durante la construcción, se deberá contar con supervisión continua del contratista de construcción por parte del área de del desarrollo del proyecto, buscando minimizar el error humano durante la construcción.	Revisión de los dictámenes de diseño, construcción y, pre-arranque.	Operación y mantenimiento	D	Preventiva	Marzo 2021	Marzo 2022

VIII. Conclusiones y recomendaciones.

El proyecto consiste en un sistema de transporte de acceso abierto en la península de Yucatán, operado por Energía Mayakan, el cual cuenta con tres puntos de inyección, uno ubicado en la interconexión con el gasoducto de 24" de diámetro proveniente del Complejo Petroquímico Ciudad Pemex-Tabasco a cargo de CENAGAS el cual se encuentra en espera, el segundo punto de inyección es en Nuevo Pemex, ubicado en Reforma, Chiapas, por medio de tubería de acero de 30" de diámetro y el tercero también en el municipio de Reforma, Chiapas interconexión al gasoducto "Cactus- San Fernando" por medio de tubería de acero de 36" de diámetro. Estos dos últimos de donde actualmente se inyecta gas natural al sistema de transporte. El sistema de transporte inicia en Reforma municipio del estado de Chiapas y termina en el municipio de Valladolid estado de Yucatán.

Todo lo anterior cumple con la **NOM-007-ASEA-2016**, Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos.

En el presente estudio se analizan las actividades derivadas de la operación y mantenimiento, así como las obras de ampliación del sistema para incrementar su capacidad a 511.28 MMCSFD. El proyecto cumple con las diversas regulaciones que son aplicables por el tipo de actividad realizada dentro del sector hidrocarburos.

Para realizar el presente análisis de riesgo primeramente se analizaron las sustancias químicas empleadas en el proyecto para determinar sus componentes y los peligros que en determinado momento estas puedan ocasionar.

La sustancia manejada es el gas natural cuyo componente principal es el metano, El metano se encuentra dentro del segundo listado de actividades altamente riesgosas por ser una sustancia inflamable y explosiva, con una cantidad de reporte de 500 kg. Por lo que, al producirse una liberación durante su transporte, provocaría la formación de nubes inflamables, cuya concentración seria semejante a la de su limite inferior de inflamabilidad. En vista de que la masa de metano en el ducto sobrepasa los 500 kg se puede concluir que el proyecto es una actividad altamente riesgosa, por lo que se requiere bajo estas características realizar un Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos

Una vez identificadas las sustancias y peligros que estas puedan ocasionar, se procedió a identificar las principales zonas colindantes al proyecto y que, por su cercanía o concentración masiva de personas, pudieran resultar afectadas. Encontrándose, por ejemplo, áreas aledañas con poblaciones, cruces con vías FFCC y otros ductos.

Como antecedentes se tiene que estos gases principalmente ocasionan explosiones al acumularse y encontrar una fuente de ignición en espacios cerrados, asimismo el gas natural que se fuga de una tubería a presión, puede convertirse en una flama tipo jet fire. Algunas de sus principales características son:

- Que no es una sustancia tóxica, es una sustancia asfixiante, e inflamable.
- Su densidad y composición hace que sea volátil (más ligero que el aire) y de fácil dispersión.
- Sus rangos de inflamabilidad son entre 4.5% y 14.5 %.

En base a la información anterior, se procedió a realizar la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos. Para lograr lo anterior se utilizó la metodologías HAZOP, tomando en cuenta algunas consideraciones de las guías federales y antecedentes encontrados en la Environmental Protection Agency.

En las diferentes etapas del análisis de riesgos, se detectaron factores que pueden potencializar la materialización de alguno de los escenarios de riesgo identificados. La mayoría de ellos son prevenibles en el trabajo diario de los departamentos de operación y mantenimiento. Aquellos que no son prevenibles corresponden a factores externos. A continuación, se presenta el análisis de dichos factores

Agrietamiento.

- Lo puntos donde se combinen soldaduras y cargas externas son de mayor susceptibilidad de agrietamiento.
- Por si sola la soldadura es un factor determinante para definir el agrietamiento. Energía Mayakan cuenta con personal calificado y procedimientos para realizar soldaduras eficientes.

Efecto dominó.

- Dentro del trayecto de gasoducto existen diversos componentes que pueden favorecer un efecto dominó. Por su cercanía y riesgo, los ductos en cruce o paralelos representan el mayor riesgo para un efecto dominó.
- Existen otros objetos que pueden afectar al sistema de transporte, dependiendo de la ubicación. Como muros o equipos pesados principalmente en las instalaciones superficiales.

Fuentes de ignición cercanas a los escenarios de riesgo.

- La mayor parte del proyecto se ubica sobre derechos de vía, sin embargo, en algunos puntos se identificaron zonas potenciales que podrían contar con alguna fuente de ignición, incluso dentro de mismo proyecto al contar con calentadores se tendrían fuentes de ignición. Las líneas de electricidad también se han considerado como posibles fuentes. Para las zonas donde hay tránsito de vehículos, las chispas que estos emiten de los escapes también representan una fuente de ignición. Otra posible fuente de ignición se presenta en la temporada de estiaje por la quema de pastizales. Así como los generadores de emergencia instalados en las instalaciones superficiales.

Corrosión.

- En base a los análisis de espesores realizados con información de Energía Mayakan, se determinó que el ducto de 30 in es el que presenta mayor desgaste en menor tiempo, seguido del de 16 in, 24 in y 22 in respectivamente.

Falla de recubrimiento anticorrosivo

- A través de los análisis de CIS-DCVG se pudo constatar que en todos los segmentos del proyecto se presentaron fallas en los recubrimientos anticorrosivos. Sin embargo, cada punto detectado fue atendido pertinentemente y se monitorea constantemente para atender aquellos puntos donde existan afectaciones.

Falla de protección catódica.

- El total del sistema cuenta con protección catódica, el área de influencia son 40 km aguas abajo y 40 km aguas arriba, por lo que se considera suficiente para el proyecto. Sin embargo, si por alguna razón alguno de los sistemas de protección falla o sale de operación, se pueden presentar afectaciones a los ductos.

Corrosión del suelo.

- En cuanto a la corrosión producida por el suelo, la información obtenida en el estudio de compatibilidad electromagnética AC/DC entre líneas eléctricas de alta tensión, realizado en 2018 por CFE muestra que la corrosividad de los suelos va de muy poco corrosivo a altamente corrosivo, coincidiendo con la distribución de los tipos de suelos y sus características fisicoquímicas, según muestran los datos de perfiles de suelo realizados por el INEGI (2013). Los escenarios 9 al 39 se presentan en áreas con alta corrosión, la mayor parte de ellos en suelos con características que influyen en un mayor riesgo de corrosión,

como son los suelos tipo Gleysol. En la mayoría de los Gleysoles se distingue un horizonte permanentemente saturado con agua freática y encima del mismo un horizonte del ascenso capilar. En el horizonte saturado se presentan condiciones reductoras, se forman hierro y manganeso reducidos, y el horizonte presenta colores de reducción (gris, negro, azul claro etc.) y se mueven hacia arriba con el agua ascendente y se reoxidan en las superficies de los agregados, a donde llega el oxígeno del aire. Algunos de estos lugares también muestran altos valores de salinidad y de conductividad eléctrica.

La falla por erosión

- La falla por erosión por causas externas se mantiene en el sistema en general a niveles de medios a bajos, influyendo la presencia de zonas pantanosas, corrientes y escurrimientos de agua que pueden llegar a fluir en forma paralela. El escenario 87 es el único que llega a un nivel de riesgo de falla Alto, debido a su posición en un cuerpo de agua que puede desecarse y exponer el suelo a erosión por no tener una cobertura vegetal que lo proteja, además de que los movimientos del agua pudieran remover el suelo sobre el ducto.

Fatiga por vibración.

- El mayor riesgo por fatiga por vibración dentro del proyecto es causado por la cercanía a zonas de explotación a cielo abierto de recursos mineros y bancos de materiales, los cuales pueden causar vibraciones producto por de la utilización de maquinaria pesada y la utilización de explosivos durante la actividad minera. Otra fuente de vibración es el cruce del ducto con vías férreas y en menor medida con carreteras. Los escenarios con mayor riesgo son los 48 al 51, 84 y 85, influidos por las causas anteriores.

Riesgo por Descarga eléctrica/rayo/falla tierra.

- El riesgo por Descarga eléctrica/rayo/falla tierra y apoyado en la información del mapa de rayos en la república mexicana entre los años de 1983 a 1993, elaborado por la CFE y el Instituto de investigaciones eléctricas, la zona del proyecto se encuentra en áreas de 5 a 6.9 rayos/km2/año, posicionándolo en zona de probabilidad media.

Riesgo por fractura por sismo.

- En cuanto a riesgo de fractura por sismos, el proyecto se encuentra en las zonas A y B según la regionalización sísmica según la CFE (Pérez-Rocha et al., 2015). La zona A se cataloga como una intensidad sísmica baja, mientras que la zona B se cataloga como moderada, colocando a los escenarios en nivel de probabilidad de riesgo de medio a bajo.

Mala selección del material.

- Durante la etapa de diseño considerar la identificación de riesgos aquellos que tengan influencia sobre el tipo de material requerido.
- Seguir el procedimiento de compras, adquirir lo requerido por diseño, supervisar que el material cumpla con las especificaciones la calidad establecida.

Exceso de tiempo de respuesta a emergencias

- La velocidad de respuesta depende de la cercanía a las instalaciones superficiales y zonas pobladas.

Se recomienda:

- Trabajar en la revisión e implementación de un procedimiento de comunicación de riesgos a la población potencialmente expuesta.
- Programar simulacros de acuerdo con la probabilidad del evento tope más alta y donde haya mayor población afectable.

Punto de reunión no adecuado al escenario, personal no sigue instrucciones durante la emergencia y evacuación de población expuesta.

- Se recomienda programar simulacros con la finalidad de ubicar de manera práctica y adecuada los puntos de reunión y asegurar que el personal siga instrucciones durante la emergencia, así como la evacuación de la población potencialmente afectable. Considerar la probabilidad del evento tope más alta y donde haya mayor población afectable

Falla disponibilidad de equipo para mitigación.

- Se debe asegurar la operabilidad del equipamiento para mitigación de riesgos descrito en la sección VIII.1Sistemas de seguridad y medidas preventivas. del presente reporte, mediante el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo y la inspección basada en riesgo.
- Considerar el reforzamiento de la comunicación en las zonas donde la señal de celular no funcione el 100% del tiempo.

Durante el diseño, construcción y la operación.

- Considerar la identificación de los riesgos que tengan influencia sobre la alineación (erosión, cruces con cuerpos de agua, zonas inundables, tipo de suelos, etc).

- Supervisión continua del contratista de construcción, buscando minimizar el error humano durante la construcción.

Falla inspección- análisis de integridad.

- Energía Mayakan cuenta con un departamento de integridad mecánica del ducto y con procedimientos para el cumplimiento de la normatividad aplicable para garantizar la integridad mecánica del ducto y la administración del riesgo. Los parámetros de mayor importancia son:
    - El contratista de inspección de integridad (error humano).
    - Falla en análisis de integridad (error humano).
    - Los resultados del Programa de Administración de Integridad (error humano).
    - Error de revisión del PAI (error humano).
    - Falla del software de probabilidad de falla.

Procedimientos de operación, mantenimiento y respuesta a emergencias.

- Se considera que las fallas por error operacional son bajas debido a que existen procedimientos implementados para la totalidad de las actividades a realizar, la revisión de los procedimientos se hace de manera continua y además se tienen procedimientos en caso de emergencia. Se capacita al personal de manera continua para el desarrollo de sus actividades y se le concientiza en la importancia de su función para evitar el error humano
- El desarrollo de simulacros refuerza la capacidad del personal operativo.

Sabotaje.

- En este rubro para la operación del Sistema de transporte de Gas Natural Energía Mayakan se consideraron las probabilidades reportadas en el cálculo del riesgo de falla anual para sabotaje, robo y vandalismo. La probabilidad de ocurrencia se incrementa en el segmento del ducto de 30 in y en las zonas cercanas a las instalaciones superficiales donde son víctimas de robo de tierras y vandalismo.

Como resultado de esta metodología se encontró lo siguiente:

- 6 nodos.
- 36 desviaciones.

- 117 causas.
- 172 consecuencias.
- 281 medidas de seguridad.
- 23 recomendaciones.

A fin de estimar los máximos daños posibles, en el análisis de Hazop no se han considerado los controles y medidas de reducción de riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras), específicas para mitigar las consecuencias de los escenarios de riesgo identificados, por lo que haciendo un reposicionamiento de escenarios de riesgo se tienen que el total de los riesgos identificados son considerados como tolerables y tolerables con controles. Entre otras metodologías, se utilizaron el árbol de fallas y árbol de eventos, para realizar un análisis cuantitativo.

De acuerdo con el análisis de frecuencias, sus probabilidades de fallo en los equipos y elementos analizados, cuyos resultados se muestran a continuación:

- El evento de fuga con incendio y/o explosión de gas natural del suceso 1 en la interconexión de gasoductos, en el sistema de transporte e interconexión en los ramales tiene una tasa de falla (fÉ) de 0.0000909, es decir un 0.000909% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presenta el evento, la fuga dará en 9 ocasiones, **categorizado como extremadamente raro**.
- El evento de fuga con incendio y/o explosión de gas natural del suceso 2 en la ERM del sistema de transporte de gas natural, tiene una tasa de falla (fÉ) de 0.00716, es decir un 0.716% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretat que de cada 1000 situaciones en que se presenta el evento, la fuga dará en 7 ocasiones, **categorizado como muy raro**.

En cuanto a la frecuencia de las fallas, se realizó un análisis en la Universidad di Padova en Italia[1] con datos de 1970 a 2007, donde se encontró que sólo el 13% de los casos son rupturas catastróficas. El 87% restante son resultado de grietas u orificios. Tomando en cuenta la frecuencia de la ruptura de los ductos de 1997 a 2007 se tienen los siguientes datos de frecuencia para los eventos, se tiene Ruptura Catastrófica 4.84E-05 evento/km*año y Fuga por grieta u orificios 3.24E-04 evento/km*año.

[1] Risk Analysis of Natural Gas Pipeline: Case Study of a Generic Pipeline, Chiara Vianello*, Giuseppe Maschio, Università di Padova, DIPIC – Dip. di Principi e Impianti Chimici di Ingneria Chimica Via Marzolo 9 – 35131 Padova, Italy chiara.vianello@unipd.it

Se enfatiza que los efectos negativos que probablemente se producirán en la etapa de operación y mantenimiento, son en su mayoría prevenibles y mitigables. Las medidas de seguridad y recomendaciones técnico-operativas están enfocadas a la protección de los componentes del aire, suelo, agua, personal y al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas.

Como conclusión de lo expresado en los párrafos anteriores, se considera que la operación con sus ampliaciones del proyecto es ambientalmente viable y socialmente factible de acuerdo con los criterios e instrumentos analizados, habiendo reducido tan bajo como es factible los riesgos identificados para la operación y mantenimiento.

Finalmente, se encontró que el proyecto presenta un nivel de riesgo aceptable, de acuerdo con los criterios establecidos por Energía Mayakaan.

Sin embargo, a fin de mantener el riesgo en su nivel más bajo posible, Energía Mayakan dará seguimiento a las recomendaciones que en su caso dicte la ASEA y contará con un seguro de responsabilidad civil y ambiental para el caso en donde alguno de los escenarios descritos se materialice.

IX. Resumen ejecutivo.

Actualmente, el Sistema de Transporte de Gas Natural (**STGN**) **Energía Mayakan** cuenta con una capacidad de 250 MMSCFD, atravesando 37 municipios, en los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche y Yucatán. Parte del municipio de Reforma, Chiapas, siguiendo una trayectoria oeste – noreste sobre su franja de seguridad en los municipios de Jalapa, Centro y Macuspana de Tabasco y Juárez de Chiapas hasta conectarse con la estación superficial de compresión identificada como CS1 en Macuspana, Tabasco. Posteriormente, atraviesa los municipios de Palenque y Catazajá en Chiapas, así como el municipio de Emiliano Zapata, nuevamente en Tabasco. El **Proyecto** continúa en dirección nor-noreste, a través de los municipios de Palizada, Carmen, Escárcega y en dirección norte desde Champotón, Seybaplaya hasta el municipio de Campeche, en el estado de Campeche; y toma rumbo al noreste en Tenabo, Hecelchakán y Calkiní, también estado de Campeche y Halachó, Maxcanú, Kopomá, Chocholá y Umán en el estado de Yucatán. Continúa en dirección este desde Mérida, recorriendo Kanasín, Acanceh, Tixkokob, Seyé, Tahmek, Hoctún, Xocchel, Kantunil, Izamal, Sudzal, Yaxcabá, Tinum y Uayma hasta llegar a Valladolid, también en Yucatán.

Para poder incrementar la capacidad de suministro de transporte de gas natural para la península se ha planteado el desarrollo del presente proyecto que contempla la instalación de infraestructura adicional (nuevas estaciones de compresión, nuevas estaciones de medición y gasoductos paralelos), así como las adecuaciones necesarias sobre la infraestructura existente del **STGN** Energía Mayakan, con el objetivo de incrementar su capacidad de transporte hasta 511.58 MMSCFD.

CFE Energía en alianza con **ENGIE** han planteado una solución estratégica al incremento del suministro de gas natural en la península de Yucatán, para lo cual se requiere la integración y aprovechamiento de la infraestructura existente de los proyectos Cuxtal Fase I, Ducto de Gas Natural Ciudad Pemex-Nuevo Pemex y Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida – Valladolid y los ramales de suministro a los usuarios, con nueva infraestructura a fin de poder obtener una capacidad total de 511.58 MMSCFD, bajo el concepto de un proyecto unificado: **Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado.**

De esta manera, el **Proyecto** quedará integrado como un solo sistema conformado de la siguiente manera:

- **Sección 1**. Gasoducto derivado de la **EM** Cactus, con llegada a la **EM** 2 (anteriormente denominado Cuxtal Fase I). Para lo cual se requerirá la modificación de la **EM** Cactus.
- **Sección 2**. Ducto de interconexión del **CPGNP** a **EM2**, gasoducto derivado de **EM2** con llegada a la **EM3** y, finalmente, a la estación **CS1** (anteriormente denominado Ducto de Gas

Natural Nuevo Pemex-Ciudad Pemex). Para lo cual se requerirá la ampliación de la **EM2**, la reconfiguración de la **EM3** y el rediseño de **CS1**.

- **Sección 3**. Gasoducto de interconexión de la **EM** Cd. Pemex del **CPGCP** a estación **CS1** y gasoducto derivado de **CS1** con llegada a la estación **CS2** (anteriormente denominado Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida - Valladolid). Para lo cual se requerirá la incorporación de un gasoducto de 20" denominado *loop* 1 de 263.224 kilómetros de longitud, la repotenciación de **CS2** y el reforzamiento de 7.5 kilómetros de longitud del ducto existente.
- **Sección 4**. Gasoducto derivado de la estación **CS2** hacia a la trampa de diablos Mérida y ramales existentes para suministro a los usuarios del sistema (anteriormente denominado Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida – Valladolid). Para lo cual se requerirá la incorporación de un gasoducto de 24" denominado *loop* 2 de 269.775 kilómetros de longitud, la repotenciación de **CS2** y el reforzamiento de 7.9 kilómetros de longitud del ducto existente.
- **Sección 5.** Gasoducto derivado de trampa de diablos Mérida hacia a la **EM** Mérida II y ramales existentes para suministro a los usuarios del sistema. Para lo cual se requerirá la incorporación de un gasoducto de 16" denominado *loop* 4 de 3.5 kilómetros de longitud, así como dos nuevas estaciones de medición denominadas **CFE** Mérida IV y Engie Mérida Industrial.
- **Sección 6**. Gasoducto derivado de trampa de diablos Mérida con llegada a la **EM** Valladolid III y ramales existentes para suministro a los usuarios del sistema (anteriormente denominado Gasoducto Ciudad Pemex – Mérida – Valladolid). Para lo cual se requerirá la incorporación de un gasoducto de 24" denominado *loop* 3 de 160.462 kilómetros de longitud, la instalación de una nueva estación de medición denominada **EM CFE** Valladolid IV, así como el reforzamiento de 1.6 kilómetros de longitud del ducto existente.

El **Proyecto** contará con abastecimiento de tres fuentes:

- Interconexión con gasoducto de 48" Ø Cactus-San Fernando, mediante gasoducto de 36" Ø.
- Interconexión CPG Nuevo Pemex mediante gasoducto de 30" Ø.
- Interconexión CPG Ciudad Pemex mediante gasoducto de 24" Ø.

Para el **Proyecto** se contará con una primera sección con un ducto de 36" Ø con una longitud de 14+359 km con un flujo de 511.58 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2 que llega hasta la **EM2**. Se continuará con un ducto de 30" Ø con una longitud de 79+408 km con un flujo de 511.58 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2 que llega hasta la **EM3**. Posteriormente, se conduce hasta la estación

de compresión **CS1** para mantener la presión de 84.36 kg/cm^2 consumiendo para tal operación 4.1 MMSCFD de gas natural. En este segmento salen dos ductos hacia la estación de compresión **CS2**, el primer ducto es de 24" Ø con una longitud de 261+755 k, un flujo de 310.17 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2. Este primer ducto, a su vez, tiene un ducto de interconexión de 10" Ø con una longitud de 1+100 km que suministra un flujo de 46 MMSCFD a la **ERM CFE CC** Campeche. El segundo ducto, nombrado como **Loop 1**, será de 20" Ø y tendrá una longitud de 263+224 km con un flujo de 197.30 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2.

En la estación de compresión **CS2** nuevamente se mantiene la presión de transporte a 84.36 kg/cm^2 consumiendo 2.47 MMSCFD de gas natural. Se continua el transporte hasta la Trampa de Diablos Mérida con dos gasoductos. El primer ducto de 22" Ø con una con una longitud de 266+29 km con un flujo de 202.50 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2 tiene un ducto de interconexión de 4" Ø con una longitud de 0+730 km que suministra un flujo de 7.7 MMSCFD a la **ERM GNC**. El segundo ducto, nombrado como **Loop 2,** será de 24" Ø con una con una longitud de 267+297 km, un flujo de 256.50 MMSCFD y una presión 84.36 kg/cm^2. En la Trampa de Diablos Mérida se continuará el transporte mediante cuatro ductos.

El primer ducto de 16" Ø llegará hasta la **ERM CFE** Mérida II y III con un flujo de 101.5 MMSCFD, presión de 84.36 kg/cm^2 y con una longitud de 3+043 km. De este ducto se desprende un ramal de interconexión que es un ducto de 10" Ø que suministra un flujo de 7.5 MMSCFD a cuatro válvulas de interconexión (MERIGAS, MERIGAS NORTE, Mérida I y Gas Natural Mérida. El segundo ducto, nombrado como **Loop 4**, llegará hasta las **ERM CFE** Mérida IV y **ERM** Engie Industrial, tendrá un flujo de 97.7 MMSCFD, presión de 84.36 kg/cm^2 y una longitud de 3+535 km. El tercer ducto que sale de la **TRD** Mérida tiene un diámetro de 16" Ø con una longitud de 160+462 km, un flujo de 102.1 MMSCFD y presión de 94.36 kg/cm^2 y llega hasta las **ERM CFE CC** Valladolid y **ERM CFE** Valladolid III. Asimismo, este ducto cuenta con dos ramales de interconexión, cada uno de 4" Ø que suministran un flujo de 1.5 MMSCFD a la **ERM** Clúster Mérida y 0.6 MMSCFD a la **ERM** Pollos. Finalmente, el cuarto ducto, nombrado como **Loop 3,** será de 24" Ø con una longitud de 160+462 km y un flujo de 150.0 MMSCFD y presión de 84.36 kg/cm^2 que llegará a la **ERM CFE** Valladolid IV.

La materia prima utilizada es el gas natural, cuyo componente principal es el metano, el cual se encuentra dentro de los ductos de transporte en cantidades superiores a la de reporte para ser considerado como una actividad altamente riesgosa de 500 kg, el **STGNEM** en cuanto metano transportado en un momento en todos sus ductos es de una cantidad de 21,755,775.67 kg. En el caso del transporte, se considera como un accidente, el que involucre la fuga o derrame de

cantidades considerables de materiales o residuos peligrosos que pueden causar la afectación severa de la salud de la población y/o del ambiente.

Asimismo, se manifiesta que el presente proyecto pertenece al sector hidrocarburos al realizar algunas de las actividades descritas en el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA.

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

Tabla 40. Actividad del sector hidrocarburos (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA).

a	Reconocimiento y exploración superficial, y explotación y extracción de Hidrocarburos.	**b**	Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo.	**c**	Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como **TRANSPORTE**, almacenamiento y distribución de gas natural.	**d**	Transporte, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo.	**e**	Transporte, almacenamiento y distribución de petrolíferos.	**f**	Transporte por ducto y almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos, producto del procesamiento de gas natural y de la refinación del petróleo.

Por lo que, al producirse una liberación durante su transporte, provocaría la formación de nubes inflamables, cuya concentración sería semejante a la de su límite inferior de inflamabilidad, en un área determinada por una franja de 100 metros de longitud en torno de las instalaciones o medio de transporte dados, y en el caso de formación de nubes explosivas, la presencia de ondas de sobrepresión de 0.5 lb/pulg^2 en esa misma franja.

De acuerdo con la guía para la elaboración del estudio de riesgo ambiental modalidad ductos terrestres publicada por SEMARNAT y que representa un antecedente regulatorio inmediata de la guía del ARSH, se entiende como accidente de alto riesgo ambiental una explosión, incendio, fuga o derrame súbito que resulte de un proceso en el curso de las actividades de cualquier establecimiento, así como en ductos, en los que intervengan uno o varios materiales o sustancias peligrosas y que representen un peligro grave (de manifestación inmediata o retardada, reversible o irreversible) para la población, los bienes y el ambiente. A este tipo de accidentes se les considera como accidentes mayores y dentro del presente proyecto se incluyen los siguientes:

- Liberación de una sustancia peligrosa, en la que la cantidad total liberada sea mayor a la que se haya fijado como umbral o límite (cantidad de reporte o de control).
- Cualquier fuego mayor que dé lugar a la elevación de radiación térmica en el lugar o límite de la planta o instalación, que exceda de 5 kW/m^2 por varios segundos.

- Cualquier explosión de vapor o gas que pueda ocasionar ondas de sobrepresión iguales o mayores de 1 lb/pulg^2.
- Cualquier explosión de una sustancia reactiva o explosiva que pueda afectar a edificios o plantas, en la vecindad inmediata, tanto como para dañarlos o volverlos inoperantes por un tiempo.
- Cualquier liberación de sustancias tóxicas, en la que la cantidad liberada pueda ser suficiente para alcanzar una concentración igual o por arriba del nivel que representa un peligro inmediato para la vida o la salud humana (IDLH, Immediately Dangerous to Life or Health por sus siglas en inglés; inmediatamente peligroso para la vida o la salud), en áreas aledañas a la fuente emisora.

Para determinar los posibles eventos de riesgos que pueden presentarse durante la operación del sistema de transporte de gas natural, se analizaron las características de la red, rutas y localización, las propiedades de toxicidad, inflamabilidad y explosividad del gas natural, considerando los parámetros de operación y condiciones ambientales críticas (mayor o menor temperatura, condiciones ambientales extremas, menor velocidad de viento, etc.). Respecto a la evaluación de operación y para el desarrollo de las metodologías de identificación de riesgos, se tomó en cuenta la experiencia del personal operativo de ENGIE y personal de B+F ambiental durante la revisión del proyecto y/o los recorridos de las instalaciones similares para identificar los posibles incidentes que pudiesen ocurrir.

El método utilizado para la identificación de riesgos es denominado HaZop. La técnica de análisis de peligros y operabilidad “HazOp” se basa en el principio de que varios expertos con diferentes especialidades, pueden interactuar de una manera creativa y sistemática para identificar más problemas trabajando juntos que trabajando separados. La técnica de análisis “HazOp” fue originalmente desarrollada por el Dr. Trevor Kletz en la década de 1970 en la compañía Imperial Chemical Industries, para evaluar la operación de sus instalaciones industriales, posteriormente esta técnica fue adaptada de manera colegiada por el American Institute of Chemical Engineers y difundida a partir de 1992 a través de las Guías editadas por el Center for Chemical Process Safety, y es recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro, Aiche 1999.

Para desarrollar un estudio de HazOp, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica.

Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de las mismas.

El análisis HazOp del proyecto se realizará con base en los diagramas y planos enlistados. Los nodos identificados para el análisis se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 41. Identificación de nodos para el análisis Hazop.

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
1. Interconexiones con proveedor de gas natural SISTRANGAS al Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado.	Interconexión con proveedor de gas natural SISTRANGAS a EM Cactus mediante Hot Tapping, en Ciudad Pemex y Nuevo Pemex mediante válvulas de interconexión.	Interconexión con gasoducto 48" Ø San Fernando para suministro de gas natural a través de tubería de 36" Ø a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 511.58 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. hasta la EM Cactus. Interconexión con Centro Procesador de GN Nuevo PEMEX para suministro de gas natural a través de tubería de 30" Ø a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. hasta la EM2. Interconexión con Centro Procesador de GN Ciudad PEMEX para suministro de gas natural a través de tubería de 24" Ø a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. hasta la EM3.	Interconexiones SISTRANGAS con hot tapping y gasoducto de 36" Ø a EM Cactus, válvulas de interconexión y gasoducto de 30" Ø de CPG Nuevo Pemex a EM 2; y válvulas de interconexión y gasoducto de 24" Ø de CPG Ciudad Pemex a EM3, las dos últimas se encuentra en preservación.
2. Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado.	6 secciones de gasoductos con ramales para la operación del sistema.	**Sección I.** Gasoducto existente de 36" Ø de 14.359 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 511.58 MMSCFD, temperatura de 50 ºC. **Sección II.** Gasoducto existente de 30" Ø de 79.408 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 511.58 MMSCFD, temperatura de 50 ºC. **Sección III.** Gasoducto existente de de 24" Ø de 261.755 km con una presión de 82.52 kg/cm^2, flujo de 310.17 MMSCFD, temperatura de 50 ºC. Gasoducto nuevo (loop 1) de 20" Ø de 263.224 km con una presión de 82.47 kg/cm^2, flujo de 197.30 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 10" Ø de Ramal CFE CC Campeche 1.10 km con una presión de 82.52	Gasoductos: **Sección 1** de 36" Ø; **Sección 2** de 36" Ø; **Sección 3** de 24" Ø, 20" Ø y 10" Ø; **Sección 4** de 22" Ø, 24" Ø y 4" Ø; **Sección 5** de 16" Ø, 12" Ø y 10" Ø y **Sección 6** de 16" Ø, 12" Ø, 4" Ø y 2" Ø.

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
		kg/cm^2, flujo de 46.00 MMSCFD, temperatura de 50 ºC **Sección IV.** Gasoducto existente de 22" Ø de 266.29 km con una presión de 49.21 kg/cm^2, flujo de 202.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto nuevo (Loop 2) de 24" Ø de 269.775 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 256.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 4" Ø de Ramal GNC 0.730 km con una presión de 49.21 kg/cm^2, flujo de 7.7 MMSCFD, temperatura de 50 ºC **Sección V.** Gasoducto existente de 16" Ø de 3.043 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 101.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto nuevo (Loop 4) de 10" Ø de 3.535 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 97.7 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 10" Ø Ramal CFE Mérida II de 1.601 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 19 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 10" Ø Ramal CFE Mérida III de 3.575 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 75 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 10" Ø Ramal Mérida II de 1.200 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 7.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC **Sección VI.** Gasoducto existente de 16" Ø de 160.462 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 102.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 16" Ø de 160.462 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 150 MMSCFD, temperatura de 50 ºC	

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
		Gasoducto existente de 4" Ø Ramal Clúster Mérida de 3.377 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 1.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 2" Ø Ramal Pollos de 0.200 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 0.6 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 12" Ø Ramal CFE Valladolid CC de 0.500 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 17 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 12" Ø Ramal CFE Valladolid II de 0.350 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 83 MMSCFD, temperatura de 50 ºC	
3. Instalaciones superficiales (estaciones de medición y compresión)	Estaciones de medición de gas natural y estaciones de compresión.	Estación de Medición Cactus (EM Cactus) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 511.58 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. Estación de Medición (EM2) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. Estación de Medición (EM3) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. Estación de compresión (CS1) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 507.47 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. Estación de compresión (CS2) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 459.0 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC.	Estación de Medición EM Cactus. Estación de Medición EM2. Estación de Medición EM3. Estación de compresión CS1. Estación de compresión CS2.

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
4. Trampas de envío y recibo de diablos.	Sistema de limpieza de gasoductos. Diseñado y fabricado de acuerdo a la NOM-007-ASEA-2016 y ASME Sección VIII Div. 1 Edición 2017 para el servicio de inserción de dispositivos para el mantenimiento e inspección de las tuberías del sistema de transporte.	En operación normal el gas está fluyendo mediante el by-pass y la línea principal. Durante la operación de una corrida de diablo, el gas es redirigido a la trampa para empujar al diablo que ha sido previamente instalado. TED EM Cactus a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 511.58 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED EM2 a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED EM3 a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED CS1 a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 507.47 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED CS2 a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 459.0 3MSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED Mérida a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 451.0 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TRD Valladolid a una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 83 MMSCFD, temperatura de 50 ºC.	TED Cactus, TRD EM2, TED EM2, TRD EM3, TED CS1, TRD CS2, TED CS2, TRD Mérida TED Mérida, y TRD Valladolid
5. Instalaciones superficiales, estaciones de regulación y medición para usuarios.	Estaciones de regulación y medición para entrega de gas natural a usuarios del sistema.	ERM CFE CC CAMPECHE a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 46 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC.	Estación de regulación y medición CC Campeche. Estación de regulación y medición GNC. Estación de regulación y medición Mérida II. Estación de regulación y medición Mérida III. Estación de regulación y medición CFE Mérida IV. Estación de regulación y medición Engie Industrial. Estación de regulación y medición

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
		ERM GNC a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 7.7 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM ENGIE INDUSTRIAL, a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 12.7 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE MERIDA IV a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 85 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE CC MERIDA CC a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 19 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE CC MERIDA III a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 75 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM MERIDA WEST a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 7.5 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CLUSTER MERIDA a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 1.5 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM POLLOS a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 0.6 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE VALLADOLID CC a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 17 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE VALLADOLID III a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 83 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC.	Mérida West. City Gate Umán. Estación de regulación y medición Clúster Mérida. Estación de regulación y medición Pollos Crío. Estación de regulación y medición Valladolid CC. Estación de regulación y medición Valladolid III. Estación de medición y regulación Valladolid IV.

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
		ERM CFE VALLADOLID IV a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 150 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC.	
6. Instalaciones superficiales, válvulas de seccionamiento (MLVs).	CSBP (Cuenta con switch de baja presión) NCSBP (No cuenta con switch baja presión)	Se cuenta con 23 válvulas de seccionamiento tipo bola instaladas a lo largo del trayecto de forma subterránea a cada 30 km aproximadamente, de las cuales, algunas cuentan con switch de baja presión o manual, con by pass y desfogue integrado en los ductos existentes. Para los Loops se cuenta con 21 válvulas de seccionamiento tipo bola instaladas a lo largo del trayecto de forma subterránea a cada 30 km aproximadamente, de las cuales cuentan con switch de baja presión o manual, con by pass y desfogue integrado en los ductos existentes	MLV 2-1 (CSBP). MLV 2-2 (CSBP). MLV1 (CSBP). MLV2 (CSBP). MLV3 (CSBP). MLV4 (CSBP). MLV5 (NCSBP). MLV6 (NCSBP). MLV7 (NCSBP). MLV8 (NCSBP). MLV9 (CSBP). MLV10 (CSBP). MLV11 (CSBP). MLV12 (CSBP). MLV13 (CSBP). MLV14 (CSBP). MLV15 (NCSBP). MLV16 (CSBP). MLV17 (CSBP) MLV18 (NCSBP). MLV19 (NCSBP). MLV20 (CSBP). MLV21 (NCSBP). MLV1A (CSBP) MLV2A (CSBP) MLV3A (CSBP) MLV4A (CSBP) MLV5A (CSBP) MLV6A (CSBP) MLV7A (CSBP) MLV8A (CSBP) MLV9A (CSBP) MLV10A (CSBP) MLV11A (CSBP) MLV12A (CSBP) MLV13A (CSBP) MLV14A (CSBP) MLV15A (CSBP) MLV16A (CSBP) MLV17A (CSBP) MLV18A (CSBP). MLV19A (CSBP) MLV20A (CSBP) MLV21A (NCSBP)

Para la jerarquización de los escenarios de riesgo se utilizó el procedimiento ***DIG-PR-003 Análisis de Riesgos de Proceso*** del grupo **ENGIE**, al cual pertenece el regulado Energía Mayakan y el cual aplica al diseño, operación, desmantelamiento y abandono de sitio en todas las instalaciones de proceso den las líneas de negocio del grupo.

El propósito fundamental del proceso de análisis y evaluación de riesgos es proveer información cualitativa y cuantitativa sobre los principales riesgos y su aceptabilidad para una toma de decisiones y planeación más efectiva, tanto en la prevención, como en la eliminación y control de riesgos a la población, ambiente, seguridad y salud.

Durante el desarrollo de la metodología se utilizaron en todo el análisis **HAZOP** 117 desviaciones (36 desviaciones Nodo 1, 22 desviaciones Nodo 2, 22 desviaciones Nodo 3, 8 desviaciones Nodo 4, 17 desviaciones Nodo 5 y 12 desviaciones Nodo 6) a las intenciones de diseño y factores externos que pueden afectar el desarrollo del sistema de transporte derivados de la carencia o pérdida de controles de ingeniería o administrativos, cada desviación fue calificada con una frecuencia y consecuencia de y utilizando la matriz de riesgos se otorgó una calificación global de riesgo.

A continuación de muestran la cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la población, ambiente, al negocio y a la imagen.

Tabla 42. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la población.

Frecuencia	Alta F4	**14**			
	Media F3	**8**	**12**	**4**	
	Baja F2	**52**	**18**	**11**	
	Remota F1	**30**	**7**	**3**	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		Consecuencia			

Tabla 43. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación al ambiente.

Frecuencia	Alta F4	**14**			
	Media F3	**4**	**6**	**4**	
	Baja F2	**73**	**12**	**6**	
	Remota F1	**30**	**7**	**3**	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		Consecuencia			

Tabla 44. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación al negocio.

Frecuencia	Alta F4	**10**	**4**		
	Media F3	**10**		**6**	
	Baja F2	**24**	**42**	**24**	
	Remota F1	**16**	**12**	**11**	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		Consecuencia			

Tabla 45. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la imagen.

Frecuencia	Alta F4	**14**			
	Media F3	**14**			
	Baja F2	**72**	**15**	**4**	
	Remota F1	**28**	**6**	**6**	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		Consecuencia			

No se identificaron riesgos Tipo A y se cuenta con diversos riesgos Tipo B, los cuales serán analizados mediante metodologías de análisis detallado de frecuencias, para determinar su probabilidad. Cabe mencionar que, en esta primera instancia de jerarquización de riesgos, la calificación global no considera las medidas de seguridad con las que cuenta el **Proyecto**. En la sección de reposicionamiento de los riesgos Sección VII se retomarán los riesgos Tipo B identificados y se calificarán nuevamente considerando las medidas de seguridad con las que se cuenta. Los riesgos Tipo C y D no se volverán a calificar, por considerarse de bajo impacto y ser considerados inherentes al sistema de transporte.

Tabla 46. Escenarios de riesgo identificados en las regiones de riesgo ALARP y no tolerable.

Nodo	Clave del escenario	Descripción del escenario	Nivel de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Nodo / Nombre de la instalación	Sustancia
1.6, 1.14, 1.26, 1.28, 1.29, 1.31	ESC_1_SNFDO_1 ESC_2_SNFDO_2 ESC_3_NVOPEMEX_1 ESC_4_NVOPEMEX_2 ESC_5_CDPEMEX_1 ESC_6_CDPEMEX_2	Incendio o explosión derivado de la ruptura parcial o total en la interconexión, trabajos deficientes de soldadura, golpe por tercero, vehículo o sabotaje e incendios forestales.	**B**	F2	C3	**Nodo 1**. Interconexión de suministro de gas natural por SISTRANGAS al Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado en los gasoductos de 36" Ø con San Fernando - EM Cactus, gasoductos de 30" Centro Procesador de GN Nuevo PEMEX - EM2 y gasoductos de 24" Centro Procesador de GN Ciudad PEMEX - EM3	Gas natural
1.16		Aumento de presión por obstrucción en el sistema del proveedor de gas natural, lo que obliga al flujo a través del Sistema de Transporte Energía MAYAKÁN provocando posibles fugas	**B**	F2	C3		
1.23, 1.24, 1.25		Aumento de corrosión interna debida a H_2S,, efectos mutuos de corrientes eléctricas, ductos en cuerpo de agua ocasionando posibles fugas	**B**	F4	C3		

Nodo	Clave del escenario	Descripción del escenario	Nivel de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Nodo / Nombre de la instalación	Sustancia
2.4, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14	ESC_7_SECC1_1 ESC_8_SECC1_2 ESC_9_SECC2_1 ESC_10_SECC2_2 ESC_11_SECC3_1 ESC_12_SECC3_2 ESC_13_LOOP1_1 ESC_14_LOOP1_2 ESC_15_SECC4_1 ESC_16_SECC4_2 ESC_17_LOOP2_1	Incendio o explosión derivado de la ruptura parcial o total en la interconexión, trabajos deficientes de soldadura, golpe por tercero, vehículo o sabotaje e incendios forestales	**B**	F3	C2	**Nodo 2.** Transporte de gas natural por el Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado en la sección I, sección II, sección III, sección IV, sección V, sección VI hacia suministro de los usuarios	Gas natural
2.10,	ESC_18_LOOP2_2 ESC_19_SECC5_1 ESC_20_SECC5_2 ESC_21_LOOP4_1 ESC_22_LOOP4_2 ESC_23_SECC6_1	Corrosión externa debido al efecto de la intemperie o movimiento de los ductos ocasionando posibles fugas	**B**	F4	C1		
2.16, 2.17, 2.19	ESC_24_SECC6_2 ESC_25_LOOP3_1 ESC_26_LOOP3_2 ESC_27_CFE_CAM_1 ESC_28_CFE_CAM_2	Ducto expuesto a la tensión provocada por cargas externas en los cruces con vías de comunicación (autopistas, carreteras, caminos, vías férreas, entre otros), corrientes fluviales o pluviales, incendio forestal ocasionando posibles fugas	**B**	F2	C3		

Nodo	Clave del escenario	Descripción del escenario	Nivel de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Nodo / Nombre de la instalación	Sustancia
	ESC_29_GNC_1 ESC_30_GNC_2 ESC_31_MEDWEST_1 ESC_32_ MEDWEST _2 ESC_33_CLUSTERMED_1 ESC_34_ CLUSTERMED _2 ESC_35_POLLOS_1 ESC_36_ POLLOS _2						
3.5, 3.15, 3.16	ESC_37_ EMCactus ESC_38_ EM2 ESC_39_ EM3 ESC_40_ CS1 ESC_41_ CS2	Fuga de gas natural en válvula de patín de filtración con riesgo de incendio o explosión por aumento de flujo, trabajos deficientes de soldaduras, por golpes externos.	**B**	F3	C2	**Nodo 3.** Instalaciones superficiales del Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado (Estaciones de Medición EM Cactus, EM2 y EM3.; así como las Estaciones de Compresión CS1 y CS2)	Gas natural
3.9		Ruptura parcial o total de ducto que conduce al patín de filtración o hasta el sistema de regulación o medición ocasionando fugas.	**B**	F4	C1		
3.13, 3.14, 3.18		Corrosión externa debido al efecto de la intemperie o movimiento de los ductos, a H_2S, CO_2, incendio forestal ocasionando fugas	**B**	F2	C3		
5.10, 5.11	ESC_42_ ERMCFECAMP ESC_43_ ERMGNC ESC_44_ ERMCFEMERIDAII	Fuga de gas natural en válvula de patín de filtración con riesgo de incendio o explosión por aumento de flujo, trabajos deficientes de soldaduras, por golpes externos	**B**	F3	C2	**Nodo 5.** Estaciones de Medición y Regulación para el suministro de usuarios del Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado	Gas natural

Nodo	Clave del escenario	Descripción del escenario	Nivel de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Nodo / Nombre de la instalación	Sustancia
5.9, 5.13	ESC_45_ ERMCFEMERIDA III ESC_46_ ERMCFEMERIDA IV ESC_47_ ERMENGIEINDUSTRIAL ESC_48_ ERMMERIDAWEST ESC_49_ ERMCLUSTERMERIDA ESC_50_ ERMPOLLOS ESC_51_ ERMVALLADOLIDCC ESC_52_ ERMVALLADOLID III ESC_53_ ERMVALLADOLID IV	Corrosión externa debido al efecto de la intemperie o movimiento de los ductos, a H_2S, CO_2, incendio forestal ocasionando fugas	**B**	F2	C3		

Para aquellos escenarios de riesgo identificados dentro de las regiones de riesgo **ALARP** y no tolerable y para algunos que son de interés particular se realizó un análisis detallado de frecuencias. La metodología seleccionada para este análisis fue el árbol de fallas por ser considerara pertinente y aplicable, de conformidad con las características del sistema de transporte.

El análisis de árbol de fallas (FTA, por sus siglas en inglés (Fault Tree Analysis)) es una herramienta gráfica para explorar las causas de fallas a nivel del sistema. Utiliza lógica booleana para combinar una serie de eventos de nivel inferior y es básicamente un enfoque de arriba hacia abajo para identificar las fallas de nivel de componente (evento básico) que causan que ocurra la falla de nivel del sistema (evento superior). El análisis del árbol de fallas consta de dos elementos "eventos" y "puertas lógicas" que conectan los eventos para identificar la causa del evento superior no deseado.

El análisis del árbol de fallas se puede utilizar para realizar todo tipo de procesos de evaluación de riesgos a nivel del sistema. El propósito de FTA es identificar de manera efectiva la (s) causa (s) de falla del sistema y mitigar los riesgos antes de que ocurra. Esta es una herramienta invaluable para sistemas complejos que muestra visualmente la forma lógica de identificar el problema. Además, la eficiencia del sistema se puede lograr mediante este análisis.

Se establecieron dos sucesos de fuga que derivan en incendio o explosión en las instalaciones superficiales para el análisis del árbol de fallas.

SUCESO_1. Fuga de gas natural por ruptura total o parcial del alguno de los ductos del punto de interconexión de 36” X 48” Ø Cactus - San Fernando, 30” Ø de Centro Procesador de Gas Nuevo Pemex, de 24” Ø de Centro Procesador de Gas Ciudad Pemex, Sección I de 36” Ø; del Sistema de Transporte, Sección II de 30” Ø, Sección III de 24” Ø y 20” Ø, Sección IV de 24” Ø y 22” Ø, Sección V de 16” Ø y 16” Ø, Sección VI de 24” Ø y 16” Ø; interconexión de los ramales de usuarios ducto 10” Ø de CFE CC Campeche, ducto 4” Ø de GNC, ducto 10” Ø de Mérida West, ducto 4” Ø de Clúster Mérida y ducto 4” Ø de Pollos.

SUCESO_2. Fuga de gas natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición en alguna de las siguientes estaciones: EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID IV, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR MERIDA WEST, EMR CLÚSTER MERIDA, EMR ENGIE INDUSTRIAL, EMR CFE MERIDA IV, EMR CFE MERIDA III, EMR CFE MERIDA II, EMR GNC, EMR CFE CC Campeche; válvula de 20” Φ del compresor de la CS2, válvula de 18” Φ del compresor de la CS1, brida de 20” Φ medición de la EM3, brida de 24” Φ medición de la EM2 y brida de 10” Φ medición de la EM Cactus.

Para que se produzca esta fuga de gas natural inaceptable y subsiguiente estallido e incendio, es

necesario que se presenten dos sucesos simultáneamente:

- Que haya fallado la salvaguarda (Sistema Scada, Válvula de corte manual), y
- Falla de la tubería y accesorio de conexión por deficiencias en el diseño, construcción o materiales, errores humanos, daño por terceros o deficiencias por falta de mantenimiento.

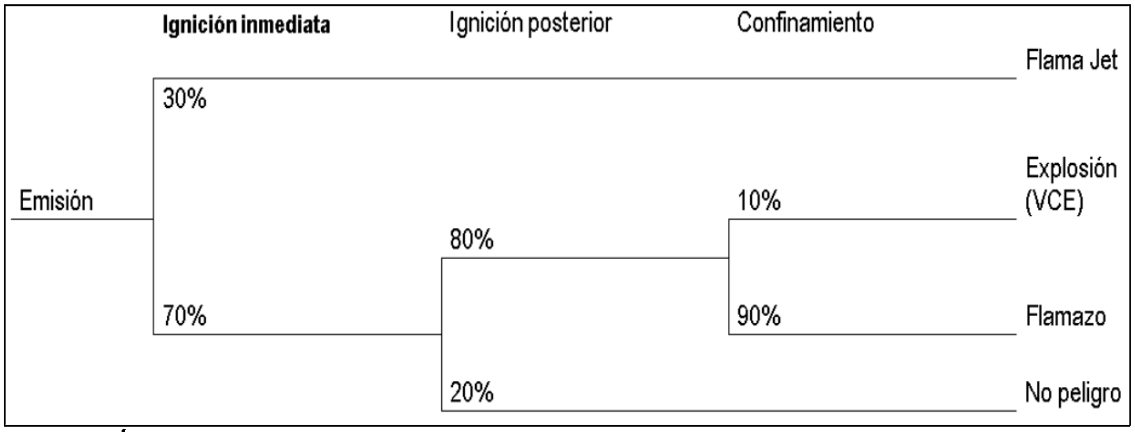
De acuerdo con el análisis de frecuencias, sus probabilidades de fallo en los equipos y elementos analizados, se muestran los siguientes resultados:

- El evento de fuga con incendio y/o explosión de gas natural del suceso 1 en la interconexión de gasoductos, en el sistema de transporte e interconexión en los ramales tiene una tasa de falla (fÉ) de 0.0000909, es decir, un 0.000909% de probabilidad de ocurrencia. Este resultado se puede interpretar como que de cada 100,000 situaciones en que se presenta el evento, la fuga se dará en 9 ocasiones. Por tanto, es **categorizado como extremadamente raro**.
- El evento de fuga con incendio y/o explosión de gas natural del suceso 2 en la ERM del sistema de transporte de gas natural tiene una tasa de falla (fÉ) de 0.00716, es decir, un 0.716% de probabilidad de ocurrencia. Esto se puede interpretar como que de cada 1,000 situaciones en que se presenta el evento, la fuga se dará en 7 ocasiones. Por tanto, es **categorizado como muy raro**.

Una vez dado el incidente de fuga y mediante el estudio y análisis de varios casos de fugas de gas natural en ductos (Ref.: (Mathurkar H.N., Gupta A)[2], se llegó a la conclusión que el gas natural emitido puede desencadenar una serie de eventos, los cuales se describen con sus probabilidades en la siguiente figura.

[2] Cross-country Pipeline Safety Assessment Mathurkar H.N., Gupta A, National Environmental Engineering Research Institute (NEERI), Nagpur, India

Figura 1. Árbol de eventos derivados de una fuga de gas.



Fuente: Mathurkar H.N., Gupta A, National Environmental Engineering Research Institute (NEERI), Nagpur, India

En cuanto a la frecuencia de las fallas, se realizó un análisis en la Universidad di Padova en Italia[3] con datos de 1970 a 2007, donde se encontró que sólo el 13% de los casos son rupturas catastróficas. El 87% restante son resultado de grietas u orificios. Tomando en cuenta la frecuencia de la ruptura de los ductos de 1997 a 2007 se tienen los siguientes datos de frecuencia para los eventos.

Tabla 47. Frecuencia de ruptura de ductos.

Tipo de falla	Frecuencia de falla
Ruptura Catastrófica	4.84E-05 evento/km*año
Fuga por grieta u orificios	3.24E-04 evento/km*año

Fuente: Chiara Vianello*, Giuseppe Maschio, Università di Padova

El desarrollo del análisis de consecuencias se realizó de acuerdo a los requerimientos, formatos y consideraciones mencionadas en Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, cumpliéndose y justificándose cada parámetro, valor o información incluida en los requerimientos del simulador **SCRI-FUEGO** Versión 2.

Una vez llevadas a cabo las simulaciones de las hipótesis mencionadas en el capítulo anterior se arrojaron diferentes tipos de escenarios de acuerdo con el comportamiento de la mezcla al liberarse

[3] Risk Analysis of Natural Gas Pipeline: Case Study of a Generic Pipeline, Chiara Vianello*, Giuseppe Maschio, Università di Padova, DIPIC – Dip. di Principi e Impianti Chimici di Ingneria Chimica Via Marzolo 9 – 35131 Padova, Italy chiara.vianello@unipd.it

al medio ambiente y las condiciones externas que se pueden presentar, por lo que es necesario entender cada tipo de evento:

- **Dardo de fuego (*Jet fire*).** El evento de *Jet Fire* se puede definir como una llama estacionaria de difusión de gran longitud y poca anchura, como la producida por un soplete de oxi-acetileno. Generalmente, este evento ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (*Jet Fire*) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior. Esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica.
- **Explosión de nube de gas no confinada (UVCE).** La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica.
- **Nube explosiva Flamazo (*Flash Fire*).** Para este caso consideramos la dispersión de una nube de gas a baja presión en la que los efectos por presión son despreciables, quedando solamente por considerar los correspondientes a la radiación térmica. La zona de alcance (por lo general la región del espacio correspondiente al límite inferior de inflamabilidad), se limita a la consideración de los efectos térmicos al interior de dicha zona.

Tabla 48. Escenarios de riesgo determinados por el HAZOP para la determinación de la tasa e inventario de fuga.

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
Gasoductos de interconexión						
1	ESC_1_SNFDO_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 36"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 36" (0.9144 m) Diámetro del orificio: 7.2" (0.18288 m) Longitud de ducto: 2,000 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 79	2,103.51 Memoria de Cálculo ESC_1_SNFDO_1_TF	900	1,893,159.18
2	ESC_2_SNFDO_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 36"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la	52,587.75 Memoria de Cálculo ESC_2_SNFDO_2_TF	900	47,328,979.05

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 36” (0.9144 m) Diámetro del orificio: 36” (0.9144 m) Longitud de ducto: 2,000 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC. Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 79			
3	ESC_3_NVOPEMEX_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 30”Φ por ruptura en en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 300 MMSCFD Diámetro ducto: 30” (0.762 m) Diámetro del orificio: 6” (0.1524 m)	1,557.80 Memoria de Cálculo ESC_3_NVOPEMEX_1_TF	900	1,402,016.94

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Longitud de ducto: 165 metros Presión: 59.00 kg/cm^2 (5,786,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Temperatura: 50 ºC. Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70			
4	ESC_4_NVOPEMEX_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 30”Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 300 MMSCFD Diámetro ducto: 30” (0.762 m) Diámetro del orificio: 30” (0.762 m) Longitud de ducto: 165 metros Presión: 59.00 kg/cm^2 (5,786,000 Pa) Temperatura: 50 ºC. Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29	38,944.91 Memoria de Cálculo ESC_4_NVOPEMEX_2_TF	900	35,050,423.05

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70			
5	ESC_5_CDPEMEX_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 24"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 300 MMSCFD Diámetro ducto: 24" (0.6096 m) Diámetro del orificio: 4.8" (0.1219 m) Longitud de ducto: 5,064 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70	996.6627 Memoria de Cálculo ESC_5_CDPEMEX_1_TF	900	896,996.43
6	ESC_6_CDPEMEX_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 24"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los	24,924.75 Memoria de Cálculo	900	22,432,270.77

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 300 MMSCFD Diámetro ducto: 24" (0.6096 m) Diámetro del orificio: 24" (0.6096 m) Longitud de ducto: 5,064 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC. Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70	ESC_6_CDPEMEX_2_TF		
Gasoductos de transporte Mayakan						
7	ESC_7_SECC1_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 36"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	2,101.67 Memoria de Cálculo ESC_7_SECC1_1_TF	900	1,891,503.18

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 36” (0.9144 m) Diámetro del orificio: 7.2” (0.1828 m) Longitud de ducto: 14,359 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
8	ESC_8_SECC1_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 36”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 36” (0.9144 m) Diámetro del orificio: 36” (0.9144 m) Longitud de ducto: 14,359 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa)	52,587.75 Memoria de Cálculo ESC_8_SECC1_2_TF	900	47,328,979.05

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
9	ESC_9_SECC2_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 30"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 30" (0.762 m) Diámetro del orificio: 6" (0.1524 m) Longitud de ducto: 79,408 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.67 Dirección de los vientos: SO	1,557.80 Memoria de Cálculo ESC_9_SECC2_1_TF	900	1,402,016.94

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Humedad relativa (%): 70			
10	ESC_10_SECC2_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 30"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 30" (0.762 m) Diámetro del orificio: 30" (0.762 m) Longitud de ducto: 79,408 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.67 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 70	38,944.91 Memoria de Cálculo ESC_10_SECC2_2_TF	900	35,050,423.05
11	ESC_11_SECC3_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera	996.66 Memoria de Cálculo ESC_11_SECC3_1_TF	900	896,996.43

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 310.17 MMSCFD Diámetro ducto: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 4.8” (0.1219 m) Longitud de ducto: 261,755 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
12	ESC_12_SECC3_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación:	24,924.75 Memoria de Cálculo ESC_12_SECC3_2_TF	900	22,432,270.77

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Flujo: 310.17 MMSCFD Diámetro ducto: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 24” (0.6096 m) Longitud de ducto: 261,755 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
13	ESC_13_LOOP1_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 197.3 MMSCFD Diámetro ducto: 20” (0.508 m) Diámetro del orificio: 4” (0.1016 m) Longitud de ducto: 263,224 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa)	692.35 Memoria de Cálculo ESC_13_LOOP1_1_TF	900	623,118.60

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
14	ESC_14_LOOP1_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 197.3 MMSCFD Diámetro ducto: 20" (0.508 m) Diámetro del orificio: 20" (0.508 m) Longitud de ducto: 263,224 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO	17,308.85 Memoria de Cálculo ESC_14_LOOP1_2_TF	900	15,577,965.81

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Humedad relativa (%): 79			
15	ESC_15_SECC4_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 22"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 202.5 MMSCFD Diámetro ducto: 22" (0.5588 m) Diámetro del orificio: 4.4" (0.1117 m) Longitud de ducto: 266,290 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79	836.85 Memoria de Cálculo ESC_15_SECC4_1_TF	900	753,164.19
16	ESC_16_SECC4_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 22"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se	20,943.71 Memoria de Cálculo ESC_16_SECC4_2_TF	900	18,849,338.64

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 202.5 MMSCFD Diámetro ducto: 22” (0.5588 m) Diámetro del orificio: 22” (0.5588 m) Longitud de ducto: 266,290 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
17	ESC_17_LOOP2_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación:	996.66 Memoria de Cálculo ESC_17_LOOP2_1_TF	900	896,996.43

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Flujo: 197.3 MMSCFD Diámetro ducto: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 4.8” (0.1219 m) Longitud de ducto: 269,775 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
18	ESC_18_LOOP2_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 197.3 MMSCFD Diámetro ducto: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 24” (0.6096 m) Longitud de ducto: 269,775 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa)	24,924.75 Memoria de Cálculo ESC_18_LOOP2_2_TF	900	22,432,270.77

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
19	ESC_19_SECC5_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 101.5 MMSCFD Diámetro ducto: 10" (0.254 m) Diámetro del orificio: 5" (0.127 m) Longitud de ducto: 3,043 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO	998.26 Memoria de Cálculo ESC_19_SECC5_1_TF	900	898,431.12

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Humedad relativa (%): 92			
20	ESC_20_SECC5_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 101.5 MMSCFD Diámetro ducto: 10" (0.2544 m) Diámetro del orificio: 10" (0.254 m) Longitud de ducto: 3,043 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92	3,933.03 Memoria de Cálculo ESC_20_SECC5_2_TF	900	3,593,724.57
21	ESC_21_LOOP4_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera	408.08 Memoria de Cálculo ESC_21_LOOP4_1_TF	900	367,273.35

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 97.7 MMSCFD Diámetro ducto: 16” (0.4064 m) Diámetro del orificio: 3.2” (0.0812 m) Longitud de ducto: 3,535 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92			
22	ESC_22_LOOP4_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación:	10,222.1498 Memoria de Cálculo ESC_22_LOOP4_2_TF	900	9,199,934.82

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Flujo: 97.7 MMSCFD Diámetro ducto: 16” (0.4064 m) Diámetro del orificio: 16” (0.4064 m) Longitud de ducto: 3,535 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92			
23	ESC_23_SECC6_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 102.1 MMSCFD Diámetro ducto: 16” (0.4064 m) Diámetro del orificio: 3.2” (0.0812 m) Longitud de ducto: 160,462 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa)	399.97 Memoria de Cálculo ESC_23_SECC6_1_TF	900	359,973.00

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
24	ESC_24_SECC6_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 102.1 MMSCFD Diámetro ducto: 16" (0.4064 m) Diámetro del orificio: 16" (0.4064 m) Longitud de ducto: 160,462 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO	10,018.96 Memoria de Cálculo ESC_24_SECC6_2_TF	900	9,017,067.15

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Humedad relativa (%): 96			
25	ESC_25_LOOP3_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 150 MMSCFD Diámetro ducto: 20" (0.508 m) Diámetro del orificio: 4" (0.1016 m) Longitud de ducto: 160,462 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	626.19 Memoria de Cálculo ESC_25_LOOP3_1_TF	900	563,566.68
26	ESC_26_LOOP3_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se	15,654.63 Memoria de Cálculo ESC_26_LOOP3_2_TF	900	14,089,167.45

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 150 MMSCFD Diámetro ducto: 20” (0.508 m) Diámetro del orificio: 20” (0.508 m) Longitud de ducto: 160,462 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
Gasoductos ramales a usuarios						
27	ESC_27_CFE_CAM_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	1,081.80 Memoria de Cálculo ESC_27_CFE_CAM_1_TF	900	973,622.88

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Condiciones de operación: Flujo: 46 MMSCFD Diámetro ducto: 10” (0.254 m) Diámetro del orificio: 5” (0.127 m) Longitud de ducto: 1,100 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
28	ESC_28_CFE_CAM_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 46 MMSCFD Diámetro ducto: 10” (0.254 m) Diámetro del orificio: 10” (0.254 m) Longitud de ducto: 1,100 metros	4,327.21 Memoria de Cálculo ESC_28_CFE_CAM_2_TF	900	3,894,491.43

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
29	ESC_29_GNC_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.7 MMSCFD Diámetro ducto: 4” (0.1016 m) Diámetro del orificio: 0.8” (0.0203 m) Longitud de ducto: 730 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93	27.6397 Memoria de Cálculo ESC_29_GNC_1_TF	900	24,875.73

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
30	ESC_30_GNC_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.7 MMSCFD Diámetro ducto: 4" (0.1016 m) Diámetro del orificio: 4" (0.1016 m) Longitud de ducto: 730 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79	692.35 Memoria de Cálculo ESC_30_GNC_2_TF	900	623,118.60
31	ESC_31_MEDWEST_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros	998.26 Memoria de Cálculo	900	898,431.12

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.5 MMSCFD Diámetro ducto: 10" (0.254 m) Diámetro del orificio: 5" (0.127 m) Longitud de ducto: 850 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92	ESC_31_MEDWEST_1_TF		
32	ESC_32_ MEDWEST _2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	3,993.02 Memoria de Cálculo ESC_32_MEDWEST_2_TF	900	3,593,721.33

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Condiciones de operación: Flujo: 7.5 MMSCFD Diámetro ducto: 10” (0.254 m) Diámetro del orificio: 10” (0.254 m) Longitud de ducto: 850 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92			
33	ESC_33_CLUSTERMED_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 1.5 MMSCFD Diámetro ducto: 4” (0.1016 m) Diámetro del orificio: 0.8” (0.0203 m) Longitud de ducto: 3,377 metros	25.00 Memoria de Cálculo ESC_33_CLUSTERMED_1_TF	900	22,498.29

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
34	ESC_34_ CLUSTERMED _2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 1.5 MMSCFD Diámetro ducto: 4” (0.1016 m) Diámetro del orificio: 4” (0.1016 m) Longitud de ducto: 3,377 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03	626.19 Memoria de Cálculo ESC_34_CLUSTERMED_2_TF	900	563,566.68

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
35	ESC_35_POLLOS_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 0.6 MMSCFD Diámetro ducto: 4" (0.1016 m) Diámetro del orificio: 0.8" (0.0203 m) Longitud de ducto: 200 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	25.00 Memoria de Cálculo ESC_35_POLLOS_1_TF	900	22,498.29
36	ESC_36_ POLLOS _2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros	626.19 Memoria de Cálculo	900	563,566.68

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 0.6 MMSCFD Diámetro ducto: 4" (0.1016 m) Diámetro del orificio: 4" (0.1016 m) Longitud de ducto: 200 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	ESC_35_POLLOS_2_TF		
Estaciones superficiales (Estaciones de Medición y Regulación)						
37	ESC_37_ EMCactus	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 10" Φ medición de la EM Cactus, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	162.31 Memoria de Cálculo ESC_37_ EMCactus _TF	900	146,077.11

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro brida: 10” (0.254 m) Diámetro del orificio: 2” (0.0508 m) Longitud de ducto: 10 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 79			
38	ESC_38_ EM2	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 24” Φ medición de la EM2, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro brida: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 4.8” (0.1219 m) Longitud de ducto: 10 metros	996.66 Memoria de Cálculo ESC_38_ EM2_TF	900	896,996.43

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70			
39	ESC_39_ EM3	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 20" Φ medición de la EM3, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 507.47 MMSCFD Diámetro brida: 20" (0.508m) Diámetro del orificio: 4" (0.1016 m) Longitud de ducto: 10 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05	692.35 Memoria de Cálculo ESC_39_ EM3_TF	900	623,118.60

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
40	ESC_40_ CS1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la válvula de 18" Φ del compresor de la CS1, debido por mal apriete o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 507.47 MMSCFD Diámetro brida: 18" (0.4572 m) Diámetro del orificio: 3.6" (0.0914 m) Longitud de ducto: 15 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79	560.32 Memoria de Cálculo ESC_40_ CS1_TF	900	504,284.58
41	ESC_41_ CS2	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la válvula de 20" Φ del compresor de la CS2, debido por mal apriete o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de	692.35 Memoria de Cálculo ESC_41_ CS2_TF	900	623,118.60

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 459 MMSCFD Diámetro brida: 20” (0.508m) Diámetro del orificio: 4” (0.10164 m) Longitud de ducto: 15 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
42	ESC_42_ ERMCFECAMP	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR CFE CC Campeche, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 46 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m)	6.92 Memoria de Cálculo ESC_42_ ERMCFECAMP _TF	900	6,231.15

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
43	ESC_43_ ERMGNC	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR GNC, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.7 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29	6.92 Memoria de Cálculo ESC_43_ ERMGNC _TF	900	6,231.15

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
44	ESC_44_ ERMCFEMERIDAII	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA II, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 19 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 7 kg/cm^2 (686,466 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92	6.39 Memoria de Cálculo ESC_44_ ERMCFEMERIDAII _TF	900	5,749.92
45	ESC_45_ ERMCFEMERIDAIII	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA III, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en	6.39 Memoria de Cálculo	900	5,749.92

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 75 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92	ESC_45_ ERMCFEMERIDAIII _TF		
46	ESC_46_ ERMCFEMERIDAIV	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA IV, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación:	6.39 Memoria de Cálculo ESC_46_ ERMCFEMERIDAIV _TF	900	5,749.92

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Flujo: 85 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92			
47	ESC_47_ ERMENGIEINDUSTRIAL	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR ENGIE INDUSTRIAL, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 12.7 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa)	6.39 Memoria de Cálculo ESC_47_ ERMENGIEINDUSTRIAL _TF	900	5,749.92

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92			
48	ESC_48_ ERMMERIDAWEST	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR MERIDA WEST, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.5 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO	6.26 Memoria de Cálculo ESC_48_ ERMMERIDAWEST _TF	900	5,635.71

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Humedad relativa (%): 96			
49	ESC_49_ ERMCLUSTERMERIDA	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR MERIDA WEST, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 1.5 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	6.26 Memoria de Cálculo ESC_49_ ERMCLUSTERMERIDA _TF	900	5,635.71
50	ESC_50_ ERMPOLLOS	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR POLLOS, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición	6.26 Memoria de Cálculo ESC_50_ ERMPOLLOS _TF	900	5,635.71

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 0.6 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
51	ESC_51_ ERMVALLADOLIDCC	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID CC, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 17 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m)	6.26 Memoria de Cálculo ESC_51_ ERMVALLADOLIDCC _TF	900	5,635.71

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
52	ESC_52_ ERMVALLADOLIDIII	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID III, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 83 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas:	6.26 Memoria de Cálculo ESC_52_ ERMVALLADOLIDIII _TF	900	5,635.71

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
53	ESC_53_ ERMVALLADOLIDIV	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID IV, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 150 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	6.26 Memoria de Cálculo ESC_53_ ERMVALLADOLIDIV _TF	900	5,635.71

Tabla 49. Concentrado de resultados de las modelaciones de los casos hipóteticos de riesgo del STGNEM.

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_1_SNFDO_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 36"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	97.57	283.92	331.50	267.46	578.83	1064.76	471.91	2198.41	3736.94
ESC_2_SNFDO_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 36"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	640.72	1,724.30	1247.49	2700.54	4967.91	1379.86	6428.18	10926.87

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_3_NVOPEMEX_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 30"Φ por ruptura en en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	104.92	207.32	233.54	231.02	499.91	919.55	426.95	1988.98	3380.94
ESC_4_NVOPEMEX_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 30"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	653.95	1,701.70	1077.56	2332.32	4290.41	1248.41	5815.81	9885.93
ESC_5_CDPEMEX_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 24"Φ por ruptura en en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la	102.34	148.94	161.86	186.58	403.72	742.62	367.89	1713.86	2913.29

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_6_CDPEMEX_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 24"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	696.57	1,326.30	870.4	1883.86	3465.42	1075.85	5011.91	8519.44
ESC_7_SECC1_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 36"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	97.57	283.87	331.35	267.35	578.59	1,064.31	471.77	2,197.77	373,585

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_8_SECC1_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 36"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	639.78	1,728.68	2,603.36	1,247.49	2,700.54	4,967.91	1,379.86	6,428.18	10,926.87
ESC_9_SECC2_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 30"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	104.92	207.59	233.99	231.02	499.91	919.55	426.95	1,988.98	3,380.94

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_10_SECC2_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 30"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	653.95	1,701.72	1,077.56	2,332.32	4,290.41	1,248.41	5,815.81	9,885.93
ESC_11_SECC3_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	92.99	175.08	203.38	185.61	401.62	738.76	367.81	1,713.86	2,913.29

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_12_SECC3_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	669.41	1,418.10	865.86	1,874.08	3,447.44	1,075.85	5,011.91	8,519.44
ESC_13_LOOP1_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	83.88	132.23	152.22	155.92	337.37	620.58	325.82	1,517.87	2,580.14

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_14_LOOP1_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	681.14	1,143.38	727.26	1,574.03	2,895.47	952.71	4,438.29	7,544.38
ESC_15_SECC4_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 22"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	82.2	171.99	212.87	170.72	369.4	679.5	347.07	1,616.87	2,748.42

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_16_SECC4_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 22"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	648.41	1,315.21	796.69	1,724.35	3,172.00	1,015.21	4,729.46	8,039.31
ESC_17_LOOP2_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	85.59	192.66	242.42	185.61	401.62	738.76	367.89	1,713.86	2,913.29

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_18_LOOP2_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	648.41	1,421.03	865.86	1,874.08	3,447.44	1,075.85	5,011.91	8,519.44
ESC_19_SECC5_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	100.57	152.7	171.00	121.5	262.91	483.62	273.18	1,272.65	2,163.30

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_20_SECC5_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	149.37	318.67	362.61	567.22	1,227.79	2,258.60	799.32	3,723.69	6,329.68
ESC_21_LOOP4_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	59.97	73.54	82.07	121.5	262.91	483.62	273.18	1,272.65	2,163.30

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_22_LOOP4_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	138.59	600.87	720.07	567.22	1,227.79	2,258.60	799.32	3,723.69	6,329.68
ESC_23_SECC6_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	62.25	84.35	97.12	120.42	260.60	479.36	271.36	1,264.16	2,148.87

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_24_SECC6_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	138.32	605.1	788.71	562.2	1,216.96	2,238.69	796.62	3,711.12	6,308.31
ESC_25_LOOP3_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	79.86	120.19	136.36	120.42	260.6	479.36	271.36	1,264.16	2,148.87

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_26_LOOP3_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	138.32	605.1	788.71	562.2	1,216.96	2,238.69	793.99	3,698.86	6,287.46
ESC_27_CFE_CAM_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	94.14	185.99	213.04	193.03	417.69	768.32	378.08	1,761.34	2,993.99

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_28_CFE_CAM_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	141.06	379.47	439.06	374.68	810.84	1,491.52	600.17	2,795.95	4,752.66
ESC_29_GNC_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	11.39	16.44	23.84	33.4	72.24	132.88	111.36	518.77	881.82

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_30_GNC_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	77.7	108.24	126.47	155.92	337.37	620.58	325.82	1,517.87	2,580.14
ESC_31_MEDWEST_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	100.57	152.70	171.00	186.39	403.37	742.00	368.09	1,714.78	2,914.84

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_32_ MEDWEST _2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	148.95	322.55	366.22	361.79	783.04	1,440.44	584.31	2,722.04	4,627.02
ESC_33_CLUSTE RMED_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	8.11	10.36	12.26	31.96	69.15	127.2	107.69	501.68	852.78

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_34_ CLUSTERMED _2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	67.55	84.69	95.26	149.22	322.94	594.04	315.09	1,467.89	2,495.18
ESC_35_POLLOS_ 1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	51.14	66.8	76.6	31.96	69.15	127.20	107.69	501.68	852.78

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_36_ POLLOS _2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	67.55	84.69	95.26	149.22	322.94	594.04	315.09	1,467.89	2,495.18
ESC_37_ EMCactus	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 10" Φ medición de la EM Cactus, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	30.01	37.44	42.22	78.45	169.86	312.49	200.90	935.92	1,590.92

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_38_ EM2	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 24" Φ medición de la EM2, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	34.83	179.31	349.08	186.51	403.69	742.6	367.89	1,713.86	2,913.29
ESC_39_ EM3	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 20" Φ medición de la EM3, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	34.82	152.81	285.00	155.85	337.34	620.56	325.82	1,517.87	2,580.14
ESC_40_ CS1	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la válvula de 18" Φ del compresor de la CS1, debido por mal apriete o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin	34.82	146.74	257.38	140.84	304.86	560.81	303.63	1,414.50	2,404.43

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_41_ CS2	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la válvula de 20" Φ del compresor de la CS2, debido por mal apriete o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	34.53	140.67	257.75	155.85	337.34	620.56	325.82	1,517.87	2,580.14
ESC_42_ ERMCFECAMP	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE CC Campeche, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.91	14.03	21.86	17.13	37.2	68.48	70.20	327.02	555.87

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_43_ ERMGNC	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR GNC, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.91	14.03	21.86	17.13	37.2	68.48	70.20	327.02	555.87
ESC_44_ ERMCFEMERIDAII	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA II, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	5.27	6.78	7.95	16.54	35.93	66.15	68.34	318.37	541.18
ESC_45_ ERMCFEMERIDAIII	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA III, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de	5.27	6.78	7.95	16.54	35.93	66.15	68.34	318.37	541.18

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_46_ ERMCFEMERIDAIV	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA IV, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	5.27	6.78	7.95	16.54	35.93	66.15	68.34	318.37	541.18
ESC_47_ ERMENGIEINDUSTRIAL	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR ENGIE INDUSTRIAL, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	5.27	6.78	7.95	16.54	35.93	66.15	68.34	318.37	541.18

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_48_ ERMMERIDAWEST	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR MERIDA WEST, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57
ESC_49_ ERMCLUSTERMERIDA	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR MERIDA WEST, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57
ESC_50_ ERMPOLLOS	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR POLLOS, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_51_ ERMVALLADOLIDCC	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID CC, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57
ESC_52_ ERMVALLADOLIDIII	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID III, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_53_ ERMVALLADOLIDIV	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID IV, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57

Tabla 50. Descripción de los posibles receptores de riesgo de acuerdo con lo establecido en la guía para la elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos.

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
Sección I EM Cactus a EM2					
ESC_1_SNFDO_1 ESC_2_SNFDO_2 ESC_7_SECC1_1 ESC_8_SECC1_2 ESC_37_ EMCactus	**Radiación Térmica** Trabajadores del STGNEM y población aledaña, como personas que se encuentren en transito o en actividades como contratistas. **ZAR: Molestias** exposición aguda al personal de trabajo del	**Radiación Térmica** ZAR: Existe diferentes tipos de vegetación la cual se causaría daños parciales presente en el área, por efecto de radiación térmica provocando incendios. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora	**Radiación térmica** **ZAR**: Daños a la infraestructura de STGNEM por debilitamiento de los ductos de interconexión y transporte, así como equipos y dispositivos y la EM Cactus, así como infraestructura de carreteras, caminos, líneas de transmisión	**Medidas y/o controles** • Personal capacitado y con experiencia en el desempeño de actividades de soldadura • Inspección visual de soldaduras	• En caso de requerirse, hacer la actualización de clases de localización según se vayan modificando la densidad de población sobre el trayecto del Sistema de Transporte.

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
	STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en 40 segundos, causando quemaduras de segundo y tercer grado si no cuenta con equipo de protección contra fuego. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían muertos y lesionados por onda de sobrepresión. **Radiación térmica** **ZA**: **Molestias** exposición crónica al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en los 15 segundos presentando severo dolor de cabeza por inhalación. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían lesionados por onda de sobrepresión	listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual también sufriría daños. Por otro lado, se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** También, potencialmente existirá daños a la fauna presente, debido a la onda de sobrepresión que se derive del evento. **ZA**: se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían especies de fauna lesionados por onda de sobrepresión. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	otros ductos, por la exposición a la radiación térmica por el incendio que se pudiera presenta incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento. **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por el efecto de la radiación térmica, incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. **Sobre presión (Explosión)** **ZAR**: Los daños a la infraestructura serían mayores principalmente en los cruces con otras infraestructuras urbanas existentes como, Líneas Eléctricas, caminos de terracería y carreteras estatales y federales **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por muertes y lesionados por la onda expansiva incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza	• Inspección mediante radiografía para soldaduras nuevas • Mantenimiento preventivo. • Sistema de paro de emergencia. • Sistema SCADA del proveedor • Flujo de comunicación con CPG Cactus y Pemex • Monitoreo de fugas • Sistema de ventilación y soplado **Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario** • Válvula de interconexión • Detectores de gas portátiles por parte del personal. • Detectores de gas en instalaciones • H2S con rango de 0-100 ppm, LCD retro iluminado, señal analógica de 0-22 mA • Metano con rango de 20-100 LEL, señal	• Vigilancia continua del derecho de vía para evitar que terceros realicen trabajos sin coordinación de Energía Mayakan. • Capacitar al personal para la atención de emergencias nivel externo • Mantener actualizado el Protocolo de Respuesta a Emergencias y que se incluyan las distancias de afectación (zonas de alto riesgo y amortiguamiento) para salvaguardar la integridad de la población, el medio ambiente y las instalaciones ante una emergencia. • Se debe continuar implementando las medidas de mitigación derivadas del estudio de compatibilidad electromagnética entre las líneas de alta tensión y el gasoducto • Determinar la integridad del ducto mediante análisis de las indicaciones detectadas y/o análisis estructural para programar las actividades de mantenimiento necesarias con la finalidad

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
			e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento.	analógica • CO rango de 0-300 ppm LCD retro iluminado, señal analógica, enchufable tipo electroquímico. • Extintores PQS y CO2 • Alarmas visibles ✓ Condición normal color verde y condición de alarma color rojo con intensidad luminosa de 700-1000 cd. • Alarmas audibles ✓ Tipo bocina amplificador con intensidad de todo 114dB • Estaciones manuales. • Botón de pánico tipo push-pull acabado rojo bermellón con restablecimiento manual • Equipo de protección personal	de restablecer la integridad del ducto si así se requiere. • Continuar con la implementación del programa de mantenimiento preventivo para alargar la vida de las instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos • Mantener actualizada la lista de contacto con proveedores de gas natural para reportar cualquier falla en el suministro • Durante las actividades de envío y recibo de diablos, verificar que la presión de operación disponible a la entrada del equipo es menor a la presión máxima de trabajo permisible • Durante las actividades de envío y recibo de diablos, verificar que las condiciones internas estén por debajo de las máximas de operación. • Al realizar el venteo continuar verificando que el grado de explosividad sea menor a 5 %.
Sección II EM2 a EM3/CS1					
ESC_3_NVOPEMEX_1 ESC_4_NVOPEMEX_2 ESC_5_CDPEMEX_1 ESC_6_CDPEMEX_2 ESC_9_SECC2_1 ESC_10_SECC2_2 ESC_38_ EM2	**Radiación Térmica** Trabajadores del STGNEM y población aledaña, como personas que se encuentren en transito o en actividades como contratistas. **ZAR: Molestias** exposición aguda al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en 40 segundos, causando quemaduras de segundo y tercer grado si no cuenta con equipo de protección contra fuego. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían muertos y lesionados por onda de sobrepresión. **Radiación térmica** **ZA**: **Molestias** exposición crónica al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en los 15 segundos	**Radiación Térmica** ZAR: Existe diferentes tipos de vegetación la cual se causaría daños parciales presente en el área, por efecto de radiación térmica provocando incendios. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual también sufriría daños. Por otro lado, se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** También, potencialmente existirá daños a la fauna presente, debido a la onda de sobrepresión que se derive del evento. **ZA**: se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre	**Radiación térmica** **ZAR**: Daños a la infraestructura de STGNEM por debilitamiento de los ductos de interconexión y transporte, así como equipos y dispositivos y la EM Cactus, así como infraestructura de carreteras, caminos, líneas de transmisión otros ductos, por la exposición a la radiación térmica por el incendio que se pudiera presenta incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento. **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por el efecto de la radiación térmica, incrementación la póliza del seguro de daños a terceros.		

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
	presentando severo dolor de cabeza por inhalación. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían lesionados por onda de sobrepresión	contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían especies de fauna lesionados por onda de sobrepresión. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	**Sobre presión (Explosión)** **ZAR**: Los daños a la infraestructura serían mayores principalmente en los cruces con otras infraestructuras urbanas existentes como, Líneas Eléctricas, caminos de terracería y carreteras estatales y federales **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por muertes y lesionados por la onda expansiva incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento.		• Durante las actividades de envío y recibo de diablos, adecuar las condiciones en todo el circuito llevando un orden y control en la práctica, evitando eventos de sobrepresión que afecten la integridad del equipo. • Durante las actividades de envío y recibo de diablos, se recomienda usar nitrógeno para desplazar materiales inflamables (el nitrógeno elimina la posibilidad de generación de cargas estáticas). • En base a los radios de afectación determinados en el Análisis de riesgo, identificar aquellas fuentes de ignición cercanas que pudieran iniciar un incendio en caso de fuga de gas natural, implementar medidas para aquellas que se ubiquen dentro de las instalaciones de Energía Mayakan. • En todos los segmentos identificar aquellas zonas susceptibles a erosión, principalmente por lluvias atípicas en la región que en determinado
Sección III CS1 a CS2					
ESC_11_SECC3_1 ESC_12_SECC3_2 ESC_13_LOOP1_1 ESC_14_LOOP1_2 ESC_27_CFE_CAM_1 ESC_28_CFE_CAM_2 ESC_39_ EM3	**Radiación Térmica** Trabajadores del STGNEM y población aledaña, como personas que se encuentren en transito o en actividades como contratistas. **ZAR: Molestias** exposición aguda al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en 40 segundos,	**Radiación Térmica** ZAR: Existe diferentes tipos de vegetación la cual se causaría daños parciales presente en el área, por efecto de radiación térmica provocando incendios. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-	**Radiación térmica** **ZAR**: Daños a la infraestructura de STGNEM por debilitamiento de los ductos de interconexión y transporte, así como equipos y dispositivos y la EM Cactus, así como infraestructura de carreteras, caminos, líneas de transmisión otros ductos, por la exposición a la radiación térmica por el incendio que se pudiera presenta		

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
ESC_40_ CS1 ESC_42_ ERMCFECAMP	causando quemaduras de segundo y tercer grado si no cuenta con equipo de protección contra fuego. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían muertos y lesionados por onda de sobrepresión. **Radiación térmica** **ZA**: **Molestias** exposición crónica al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en los 15 segundos presentando severo dolor de cabeza por inhalación. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían lesionados por onda de sobrepresión	SEMARNAT-2010, la cual también sufriría daños. Por otro lado, se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** También, potencialmente existirá daños a la fauna presente, debido a la onda de sobrepresión que se derive del evento. **ZA**: se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían especies de fauna lesionados por onda de sobrepresión. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento. **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por el efecto de la radiación térmica, incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. **Sobre presión (Explosión)** **ZAR**: Los daños a la infraestructura serían mayores principalmente en los cruces con otras infraestructuras urbanas existentes como, Líneas Eléctricas, caminos de terracería y carreteras estatales y federales **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por muertes y lesionados por la onda expansiva incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas		momento pudieran dejar descubierto el ducto. • En zonas con actividad minera realizar acercamiento con las empresas de minería y solicitar atender las recomendaciones para trabajos seguros establecidos en el Plan de Prevención de Daños. En caso de requerirse trabajos cercanos al ducto tener disponibles personas de Energía Mayakan para la coordinación de las actividades. • En caso de requerirse atender de manera inmediata aquellas instalaciones donde el sistema de tierras haya sido vandalizado, minimizando con ello el riesgo por descarga eléctrica. Asegurar la disponibilidad de recursos materiales y humanos para realizar esta actividad. • Durante la realización de simulacros, considerar eventos que sobrepasen los límites de propiedad y que involucren a la población aledaña, a fin de

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
			natural en el futuro para el reinicio después del evento.		implementar una mejora continua en los procedimientos de comunicación de riesgos a la población. • Considerar el reforzamiento de la comunicación en las zonas donde la señal de celular no funcione el 100% del tiempo. • Asegurar la disponibilidad de recursos humanos y materiales para dar cumplimiento al programa anual de mantenimiento. • Continuar con el programa de suministro diario de gas natural. • Continuar con la aplicación del procedimiento TRANSPORTE-MAN-PR-06 Aislamiento, Aseguramiento y Etiquetado. • Informar de los resultados de los analizadores de gas con los proveedores de gas natural para establecer acciones coordinadas en caso de un aumento considerables en las concentraciones de ácido sulfhídrico.
Sección IV CS2 a TRD Mérida					
ESC_15_SECC4_1 ESC_16_SECC4_2 ESC_17_LOOP2_1 ESC_18_LOOP2_2 ESC_29_GNC_1 ESC_30_GNC_2 ESC_41_ CS2 ESC_43_ ERMGNC	**Radiación Térmica** Trabajadores del STGNEM y población aledaña, como personas que se encuentren en transito o en actividades como contratistas. **ZAR: Molestias** exposición aguda al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en 40 segundos, causando quemaduras de segundo y tercer grado si no cuenta con equipo de protección contra fuego. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían muertos y lesionados por onda de sobrepresión. **Radiación térmica** **ZA**: **Molestias** exposición crónica al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en los 15 segundos presentando severo dolor de cabeza por inhalación.	**Radiación Térmica** ZAR: Existe diferentes tipos de vegetación la cual se causaría daños parciales presente en el área, por efecto de radiación térmica provocando incendios. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual también sufriría daños. Por otro lado, se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** También, potencialmente existirá daños a la fauna presente, debido a la onda de sobrepresión que se derive del evento. **ZA**: se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina.	**Radiación térmica** **ZAR**: Daños a la infraestructura de STGNEM por debilitamiento de los ductos de interconexión y transporte, así como equipos y dispositivos y la EM Cactus, así como infraestructura de carreteras, caminos, líneas de transmisión otros ductos, por la exposición a la radiación térmica por el incendio que se pudiera presenta incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento. **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por el efecto de la radiación térmica, incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. **Sobre presión (Explosión)**		

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
	Sobrepresión (Explosión) Asimismo, se tendrían lesionados por onda de sobrepresión	**Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían especies de fauna lesionados por onda de sobrepresión. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	**ZAR**: Los daños a la infraestructura serían mayores principalmente en los cruces con otras infraestructuras urbanas existentes como, Líneas Eléctricas, caminos de terracería y carreteras estatales y federales **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por muertes y lesionados por la onda expansiva incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento.		• En zonas con altas probabilidades de lluvia y con problemas de inundación, considerar la posibilidad de elevar el recinto por encima de un nivel de inundación. • Determinar la susceptibilidad del ducto de agrietamientos por SCC o HIC. • Mantener actualizados los posibles efectos dominó con otras instalaciones de acuerdo con los escenarios de riesgo identificados en el Análisis de Riesgos. • En instalaciones superficiales identificar aquellos objetos o infraestructuras que en caso de colapso pudieran dañar los ductos. • Continuar con la inspección del recubrimiento anticorrosivo mediante los estudios necesarios en todos los segmentos del Sistema de Transporte para detectar imperfecciones o fallas. • Para futuros crecimientos del Sistema de
Sección V TRD Mérida a CFE ERM Mérida IV					
ESC_19_SECC5_1 ESC_20_SECC5_2 ESC_21_LOOP4_1 ESC_22_LOOP4_2 ESC_31_MEDWEST_1 ESC_32_ MEDWEST _2 ESC_44_ ERMCFEMERIDAII	**Radiación Térmica** Trabajadores del STGNEM y población aledaña, como personas que se encuentren en transito o en actividades como contratistas. **ZAR: Molestias** exposición aguda al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en 40 segundos,	**Radiación Térmica** ZAR: Existe diferentes tipos de vegetación la cual se causaría daños parciales presente en el área, por efecto de radiación térmica provocando incendios. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-	**Radiación térmica** **ZAR**: Daños a la infraestructura de STGNEM por debilitamiento de los ductos de interconexión y transporte, así como equipos y dispositivos y la EM Cactus, así como infraestructura de carreteras, caminos, líneas de transmisión otros ductos, por la exposición a la radiación térmica por el incendio que se pudiera presenta		

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
ESC_45_ ERMCFEMERIDA III ESC_46_ ERMCFEMERIDA IV ESC_47_ ERMENGIEINDUSTRIAL ESC_48_ ERMMERIDAWEST	causando quemaduras de segundo y tercer grado si no cuenta con equipo de protección contra fuego. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían muertos y lesionados por onda de sobrepresión. **Radiación térmica** **ZA**: **Molestias** exposición crónica al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en los 15 segundos presentando severo dolor de cabeza por inhalación. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían lesionados por onda de sobrepresión	SEMARNAT-2010, la cual también sufriría daños. Por otro lado, se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** También, potencialmente existirá daños a la fauna presente, debido a la onda de sobrepresión que se derive del evento. **ZA**: se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían especies de fauna lesionados por onda de sobrepresión. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento. **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por el efecto de la radiación térmica, incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. **Sobre presión (Explosión)** **ZAR**: Los daños a la infraestructura serían mayores principalmente en los cruces con otras infraestructuras urbanas existentes como, Líneas Eléctricas, caminos de terracería y carreteras estatales y federales **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por muertes y lesionados por la onda expansiva incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas		Transporte, durante la etapa de diseño considerar la identificación de riesgos de aquellos que tengan influencia sobre el tipo de material requerido y seguir el procedimiento de compras, adquirir lo requerido por diseño, supervisar que el material cumpla con las especificaciones la calidad establecida. • Programar simulacros de acuerdo con la probabilidad del evento tope más alta y donde haya mayor población afectable. • Se recomienda programar simulacros con la finalidad de ubicar de manera práctica y adecuada los puntos de reunión y asegurar que el personal siga instrucciones durante la emergencia, así como la evacuación de la población potencialmente afectable. • Se debe asegurar la operabilidad del equipamiento para mitigación de riesgos descrito en la sección VIII.1Sistemas de seguridad y medidas preventivas del

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
			natural en el futuro para el reinicio después del evento.		Análisis de Riesgo, mediante el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo y la inspección basada en riesgo. • Durante el diseño, construcción y la operación, considerar la identificación de los riesgos que tengan influencia sobre la alineación (erosión, cruces con cuerpos de agua, zonas inundables, tipo de suelos, etc). • Durante la construcción, se deberá contar con supervisión continua del contratista de construcción por parte del área de del desarrollo del proyecto, buscando minimizar el error humano durante la construcción.
Sección VI TRD Mérida a CFE ERM Valladolid IV					
ESC_23_SECC6_1 ESC_24_SECC6_2 ESC_25_LOOP3_1 ESC_26_LOOP3_2 ESC_33_CLUSTERMED_1 ESC_34_ CLUSTERMED _2 ESC_35_POLLOS_1 ESC_36_ POLLOS _2 ESC_49_ ERMCLUSTERMERIDA ESC_50_ ERMPOLLOS ESC_51_ ERMVALLADOLIDCC ESC_52_ ERMVALLADOLID III ESC_53_ ERMVALLADOLID IV	**Radiación Térmica** Trabajadores del STGNEM y población aledaña, como personas que se encuentren en transito o en actividades como contratistas. **ZAR: Molestias** exposición aguda al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en 40 segundos, causando quemaduras de segundo y tercer grado si no cuenta con equipo de protección contra fuego. **Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían muertos y lesionados por onda de sobrepresión. **Radiación térmica** **ZA**: **Molestias** exposición crónica al personal de trabajo del STGNEM, población y personas que se encuentren en el radio de afectación en los 15 segundos presentando severo dolor de cabeza por inhalación.	**Radiación Térmica** ZAR: Existe diferentes tipos de vegetación la cual se causaría daños parciales presente en el área, por efecto de radiación térmica provocando incendios. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual también sufriría daños. Por otro lado, se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina. **Sobrepresión (Explosión)** También, potencialmente existirá daños a la fauna presente, debido a la onda de sobrepresión que se derive del evento. **ZA**: se emitirán gases de combustión a la atmósfera por el combustible que se encuentre contenido en el incendio que se origina.	**Radiación térmica** **ZAR**: Daños a la infraestructura de STGNEM por debilitamiento de los ductos de interconexión y transporte, así como equipos y dispositivos y la EM Cactus, así como infraestructura de carreteras, caminos, líneas de transmisión otros ductos, por la exposición a la radiación térmica por el incendio que se pudiera presenta incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento. **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por el efecto de la radiación térmica, incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. **Sobre presión (Explosión)**		

Hipótesis de Riesgo	Daño a la Población	Daño al Ambiente	Daño al negocio / Imagen de la empresa	Descripción Salvaguardas	Recomendaciones
	Sobrepresión (Explosión) Asimismo, se tendrían lesionados por onda de sobrepresión	**Sobrepresión (Explosión)** Asimismo, se tendrían especies de fauna lesionados por onda de sobrepresión. Cabe mencionar que se identificaron especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	**ZAR**: Los daños a la infraestructura serían mayores principalmente en los cruces con otras infraestructuras urbanas existentes como, Líneas Eléctricas, caminos de terracería y carreteras estatales y federales **ZA**: Costos económicos para resarcir el daño ocasionado por muertes y lesionados por la onda expansiva incrementación la póliza del seguro de daños a terceros. La imagen de la empresa causaría pérdida de credibilidad sus medidas y dispositivos de seguridad, así como desconfianza e incertidumbre sobre sus operaciones de transporte de gas natural en el futuro para el reinicio después del evento.		

Para la administración de riesgos, los principales sistemas y medidas de seguridad con los que cuenta el proyecto son los siguientes:

Válvulas de seccionamiento. Se cuenta con 23 válvulas de seccionamiento tipo bola instaladas a lo largo del trayecto de forma subterránea a cada 30 km aproximadamente, de las cuales, algunas cuentan con switch de baja presión o manual, con *by pass* y desfogue integrado.

Protección catódica. La tubería está protegida mecánicamente y mediante protección catódica a través de 19 rectificadores de corriente impresa para suministrar un promedio de potencial superior al mínimo de -0.85 volts, espaciados cada 41 km, contando cada uno con cama anódica de pozo profundo, asimismo se cuenta con 612 postes para la toma de potencial. Se cuenta con registros documentales de protección catódica, el monitoreo de la protección catódica se realiza mensual y anualmente en los rectificadores de corriente y semestralmente para la toma de potencial en campo.

Estaciones de compresión. Se cuenta con dispositivos de relevo de presión calibrados, dispositivos de paro locales, en el cuarto de control local o remotos, probados en periodos no mayores a un año. Para el mantenimiento de los paquetes de compresión se cuenta con personal de Energía Mayakan, como personal externo, basándose en sus procedimientos, manuales y programas de mantenimiento para su correcto funcionamiento, además de equipo y tubería para el desfogue del gas.

En la estación de compresión se cuenta con un almacén dedicado a materiales peligrosos, en el que los materiales combustibles que están presentes en cantidades mayores a las requeridas para el uso diario están a una distancia segura de la instalación de compresión.

Cada paquete de compresión tiene dispositivos de seguridad como lo son dos sensores de gas, tres detectores infrarrojos y tres detectores térmicos los cuales activan las válvulas solenoides de los tanques de CO_2 Que Sofocan cualquier conato de incendio que iniciara adentro del encabinado

Estaciones de regulación y/o medición Se lleva a cabo el mantenimiento e inspección de la estación de medición y regulación de manera mensual, semestral y anual conforme su manual de operación y mantenimiento, llevándose los reportes listados a continuación:

- Operación del sistema.
- Mantenimiento a filtros.
- Inspección de válvulas mensual y semestral. o Inspección a medidores mensual y trianual. o Medición de espesores quinquenal.
- Inspección de fugas anual.

- Inspección de válvulas de releve anual.

El mantenimiento y calibración de los dispositivos de relevo de presión se realiza en sitio, en el mismo lugar.

Prevención de incendios accidentales. A fin de evitar el peligro de la ignición accidental de gas natural, se toman las medidas necesarias para reducir al mínimo dicho riesgo en cualquier área de trabajo y/o en construcción o donde la posibilidad de que exista una fuga de gas constituya un peligro de incendio o explosión. Para ello se tienen procedimientos de seguridad para la prevención de la ignición accidental.

Instalaciones de entrega. El sistema de transporte cuenta con varios usuarios, estos son sistemas de transporte para usos propios e instalaciones de aprovechamiento, las estaciones de entrega están incluidos dentro del manual de operación y mantenimiento.

El programa de mantenimiento comprende a las estaciones de entrega de los usuarios, el cual puede ser la válvula troncal o bien una estación de regulación y medición del usuario, el mantenimiento se desarrolla con un protocolo de verificación e inspección dividido 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. La frecuencia de los planes de mantenimiento puede ser mensual, bimestral, trimestral, semestral y/o anual.

Medición de espesores. Se realiza la medición de espesores en tuberías superficiales de acero con frecuencia quinquenal.

Trampas de envío y recepción de diablos (limpieza de ductos). Sistema de limpieza de gasoductos diseñado y fabricado de acuerdo con la NOM-007-ASEA-2016 y ASME Sección VIII Div. 1 edición 2017 para el servicio de inserción de dispositivos para el mantenimiento e inspección de las tuberías del sistema de transporte.

Fuentes de energía eléctrica. Los rectificadores de corriente impresa son monitoreados 2 veces por mes, son ajustados si las condiciones del terreno aumentan la resistividad, para ello se emplean registros donde se muestran los datos tomados de cada uno de los rectificadores. Los rectificadores están conectados a tierra, las terminales se encuentran aisladas. El equipo eléctrico instalado (rectificadores de corriente) y los cables que transportan corriente eléctrica para el sistema de protección catódica están instalados de manera que no se pueda realizar la desconexión dentro del área de riesgo sin suspender la energía al sistema de protección catódica. Los cables están protegidos para prevenir su ruptura. Se cuenta con señalamientos de advertencia que indica instalaciones energizadas.

Recursos humanos y materiales. Se cuenta con personal capacitado para la inspección de fugas, se cuenta con equipo de detección de fugas, planos actualizados del sistema y vehículos de transporte.

Camas anódicas. Se tiene instalada una cama de ánodos de pozo profundo por rectificador las cuales disponen de venteos, cada cama cuenta con 10 ánodos inertes.

Aislamientos eléctricos. Los aislamientos eléctricos se revisan de manera anual por un tercero, a fin de garantizar el buen funcionamiento de los aislamientos eléctricos de la protección catódica.

Recubrimientos. Se realiza inspecciones del recubrimiento dieléctrico de las tuberías que se encuentren en la superficie y en áreas expuestas. Las tuberías superficiales están protegidas con un recubrimiento de color blanco en tuberías y válvulas y de color amarillo en bridas.

Potenciales tubo-suelo. Se realiza el levantamiento de potencial en la totalidad del sistema, esta se realiza de manera semestral, siendo complementada con las tomas de potenciales de los testigos metálicos a lo largo del gasoducto que monitorean la polarización del ducto una vez por año a lo largo del sistema de transporte, asentando y archivando los resultados.

Señalización. Las ERM, EM y CS cuentan con extintores, señalización restrictivos y preventivos, los sistemas de medición están resguardados dentro de la caseta que cuenta con ventilación cruzada. La franja de desarrollo cuenta con postes de concreto y en la parte superior con una lámina rotulada con información del combustible.

Señalización en ERM.

- PRECAUCIÓN GAS NATURAL.
- ENERGÍA MAYAKAN, S. DE R.L. DE C.V.
- Estación de regulación y medición.
- Número de caseta.
- Teléfono de emergencias 800-713-25-66.
- Prohibido fumar.
- Prohibido estacionarse.
- Solo personal autorizado.
- Prohibido genera chispa.
- Área restringida. o Prohibido operar

- Imágenes ilustrativas de uso de equipo de protección personal.
- Prohibido generar flama abierta.

Señalización en lámina de poste. El tramo de la tubería de acero enterrado cuenta con postes de señalamiento (poste de concreto con una placa de lámina en la parte superior), que indican la franja de afectación en los cuales se verificó que utilizan fondo de color amarillo con letras de color negro y contienen número telefónico de emergencias, gas natural y señales de no cavar.

GASODUCTO ALTA presión.

- No invadir derecho de vía.
- ENERGÍA MAYAKAN, S. DE R.L. DE C.V.
- No excavar.
- No golpear.
- No construir.
- Teléfono de emergencias 0800-713-25-66

Inspección de fugas. Se cuenta con equipos para inspección de fugas en uniones bridadas de las instalaciones superficiales y en la línea regular. Los equipos utilizados son de tipo portátil y detectan concentraciones de gas mínimas de 5 partes por millón.

Procedimientos de operación y mantenimiento. Se cuenta con manual de procedimientos de operación, mantenimiento y atención a emergencias, programa anual de operación y mantenimiento donde se incluyen las actividades que se desarrollarán, así como su periodicidad. El manual de operación y mantenimiento incluye los procedimientos de la operación normal de gasoducto y la operar anormal.

Investigación de fallas y accidentes. Se cuenta con el procedimiento para la identificación de riesgos en el sistema de transporte de gas natural, el cual describe la identificación de los riesgos, metodología empleada para la identificación de riesgos, principios de análisis, puntos de riesgo y riesgos potenciales identificables.

Fugas y rupturas. Se cuenta con el procedimiento y formato para poder realizar la reparación de fugas que se presenten en la tubería.

Programa de capacitación y entrenamiento. Se imparte capacitación al personal encargado de la Operación y Mantenimiento del sistema de transporte de gas natural, los registros de cada capacitación impartida a los operarios incluyen.

- Operación normal del sistema.
- Operación anormal y de emergencia o procedimientos relativos al uso de equipo contra incendio.
- Registro de la capacitación y entrenamiento al personal.
- Realización de simulacros.

Dictámenes de operación vigentes. El sistema de transporte y sus ramales cuentan con dictamen de verificación vigente emitido por una Unidad de Verificación acreditada y aprobada por la **ASEA**.

Inspección mediante equipo instrumentado (ILI). Se realizada a inspección interior de las tuberías mediante equipo instrumentado (ILI). Estas inspecciones están enfocadas en detectar y dimensionar anomalías en las paredes de los ductos como pueden ser: corrosión interna, externa, grietas, deformaciones, etc.

DCVG (Direct Current Voltage Gradient). Se realiza inspección para determinar la necesidad de rehabilitación del recubrimiento. Para ello se ubican con precisión los defectos, se determina su importancia y su posterior reparación.

CIS (Close Interval Survey). Se realiza inspección que permite realizar el levantamiento de un perfil de potenciales continuo para realizar la evaluación del nivel de polarización de la tubería.

Vigilancia continua. El patrullaje del sistema es acorde al programa y evidencias mensuales, siendo ejecutado a pie o en camioneta y bimestralmente se realiza celaje aéreo, disponiendo de los registros en el que se anotan las condiciones del sistema. Se cuenta con personal con experiencia para detectar cambios en la franja de desarrollo, así mismo se realiza vigilancia en la ERM de manera mensual acorde al procedimiento de patrullaje.

Acondicionador de flujo. Dispositivo mecánico diseñado para conformar el perfil de velocidad de un flujo irregular a un perfil de velocidad de flujo laminar.

Alarma. Dispositivo o función que indica la existencia de una condición anormal en el centro de trabajo por medio de una señal visible y/o audible, con el propósito de alertar al personal.

Computador de flujo. Equipo electrónico de cómputo de tipo industrial dedicado al cálculo y totalización de flujo que pasa por un punto de medición definido previamente. Adicionalmente, puede realizar tareas de control, monitoreo y almacenamiento de datos relacionados al control administrativo de una estación de medición.

Comunicación inalámbrica. Mediante el uso de microondas es posible la comunicación inalámbrica en la cual no se requiere el uso de cables o conexiones físicas entre dos puntos para el envío de información o datos.

Estación o patín de medición de flujo. Instalación constituida por instrumentos locales y electrónicos, equipos, tuberías, válvulas y accesorios que en su conjunto miden un fluido bajo ciertas condiciones de exactitud.

SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Es un Sistema de control y adquisición de datos basado en hardware y software para monitoreo y control de funciones de proceso a distancia. La intención es una operación atendida las 24 horas de todo el sistema de transporte desde el Centro de Control Central.

Conclusiones

Se enfatiza que los efectos negativos que probablemente se producirán en la etapa de operación y mantenimiento, son en su mayoría prevenibles y mitigables. Las medidas de seguridad y recomendaciones técnico-operativas están enfocadas a la protección de los componentes del aire, suelo, agua, personal y al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas.

Como conclusión de lo expresado en los párrafos anteriores, se considera que la operación con sus ampliaciones del proyecto es ambientalmente viable y socialmente factible de acuerdo con los criterios e instrumentos analizados, habiendo reducido tan bajo como es factible los riesgos identificados para la operación y mantenimiento.

Finalmente, se encontró que el proyecto presenta un nivel de riesgo aceptable, de acuerdo con los criterios establecidos por Energía Mayakan. Sin embargo, a fin de mantener el riesgo en su nivel más bajo posible, Energía Mayakan dará seguimiento a las recomendaciones que en su caso dicte la ASEA y contará con un seguro de responsabilidad civil y ambiental para el caso en donde alguno de los escenarios descritos se materialice.

IX.1. Informe técnico

En el **anexo IX.1 se presenta el Anexo Técnico**

Índice

IV. Análisis y evaluación de riesgos. 6
IV.1. Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo. 6
A. Análisis preliminar de peligros. 6
B. Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares. 6
C. Identificación de peligros y de escenarios de riesgo. 15
V. Análisis cuantitativo de riesgo. 47
A. Análisis de frecuencias. 47
A.1.1. Procedimiento. 48
A.1.2. Análisis cuantitativo del árbol de fallas. 49
A.1.3. Sucesos de análisis de árbol de fallas. 50
B. Análisis de consecuencias. 63
B.1. Desarrollo de la metodología. 63
B.2. Evaluación de variables meteorológicas y estabilidad Pasquill. 64
B.3. Tipos de eventos de riesgo que pudieran esperarse en las simulaciones. 68
B.4. Evaluación de variables de operación, tiempos de las fugas e inventarios a considerar en el análisis de consecuencias de los eventos hipotéticos. 72
VI. Representación en planos de los radios potenciales de afectación. 114

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo para realizar un análisis **HAZOP** (Adaptación de Dowell III, 1998). 17
Figura 2. Árbol de fallas del evento 1. 54
Figura 3. Árbol de fallas del evento 2. 59
Figura 4. Árbol de eventos derivados de una fuga de gas. 62

Índice de tablas

Tabla 1. Lista de verificación para análisis preliminar de peligros. 6
Tabla 2. Resumen de accidentes en ductos. 7
Tabla 3. Principales causas de los accidentes en todos los sistemas de ductos, periodo 2010-2019 8
Tabla 4. Principales daños causados de los accidentes en todos los sistemas de ductos, periodo 2000-2019 8
Tabla 5. Antecedentes de accidentes e incidentes. 10
Tabla 6. Palabras guía más utilizadas en la metodología **HAZOP**. 16
Tabla 7. Identificación de nodos para el análisis Hazop. 32
Tabla 8. Tipo de evento y categoría de la consecuencia 38
Tabla 9. Tabla de niveles de frecuencia. 40
Tabla 10. Matriz de riesgos 41
Tabla 11. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la población 42
Tabla 12. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación al ambiente 42
Tabla 13. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación al negocio 43
Tabla 14. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la imagen 43
Tabla 15. Escenarios de riesgo identificados en las regiones de riesgo ALARP y no tolerable 44
Tabla 16. Símbolos de eventos en FTA. 47
Tabla 17. Símbolos de puertas en el FTA. 48
Tabla 18. Frecuencias de fallas para los sucesos del Suceso 1. 50
Tabla 19. Solución de puertas del árbol de fallas para los sucesos del Suceso 1 51
Tabla 20. Frecuencias de fallas para los sucesos del Suceso 2. 56
Tabla 21. Solución de puertas del árbol de fallas para los sucesos del evento 2. 57
Tabla 22. Resultados de la solución de árboles de falla para los eventos planteados. 58
Tabla 23. Criterios de categoría, descripción y frecuencia en una matriz de riesgos según COMERI. 61

Tabla 24. Valores de frecuencia de los eventos. 61
Tabla 25. Frecuencia de ruptura de ductos. 63
Tabla 26. Lista de sustancias manejadas en el análisis de consecuencias. 63
Tabla 27. Composición de las sustancias modeladas. 63
Tabla 28. Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio (metros sobre el nivel del mar = msnm). 64
Tabla 29. Estabilidades según Pasquill. 67
Tabla 30. Valores umbrales seleccionados. 69
Tabla 31. Efectos generados a diferentes intensidades de radiación térmica. 69
Tabla 32. Efectos del Flash Fire (Flamazo). 70
Tabla 33. Vulnerabilidad de materiales por radiación térmica 70
Tabla 34. Efectos estimados por sobrepresión. 71
Tabla 35. Eventos típicos de fuga o derrame de productos. 73
Tabla 36. Escenarios de riesgo determinados por el **HAZOP** para la determinación de la tasa e inventario de fuga. 75
Tabla 37. Concentrado de resultados de las modelaciones de los casos hipotéticos de riesgo del STGNEM. 115

Anexos

Anexo IV.1. Planos existentes.

Anexo IV.2. Planos obras nuevas.

Anexo IV.3. Hojas de trabajo del Hazop

Anexo IV.4. Hojas de cálculo tasa de fuga

Anexo IV.5. Hojas de datos de especificaciones de eventos de riesgo hipotéticos a simular

Anexo IV.6. Concentrado de Datos para las modelaciones.

Anexo V.1. Memorias de cálculo de los resultados del simulador SCRI Fuego, Versión 2

Anexo V.2. Planos de radios de afectación de las simulaciones de riesgo de STGNEM

Anexo VI.1. Interacciones de riesgo con la población y con zonas vulnerables

IV. Análisis y evaluación de riesgos.

IV.1. Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo.

A. Análisis preliminar de peligros.

A continuación, se utiliza la lista de verificación de peligros operacionales y de agentes externos como fenómenos naturales (geológicos e hidrometeorológicos), sanitarios y de eventos de actividades de terceros que puedan afectar el gasoducto y su franja de seguridad.

Tabla 1. Lista de verificación para análisis preliminar de peligros.

Tipo de riesgo	Si	No
Fenómenos perturbadores geológico		
Terremotos (sismicidad)		X
Fallas geológicas, deslizamientos, corrimientos de tierra, derrumbamientos o hundimientos		X
Vulcanología		X
Fenómenos perturbadores hidrometeorológicos		
Inundaciones	X	
Pérdidas de suelo debido a la erosión	X	
Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión		X
Huracanes y tornados	X	
Vientos extremos		X
Heladas		X
Tormentas eléctricas	X	
Infraestructura vial		
Carreteras	X	
Ferrocarriles	X	
Industrias	X	
Líneas de alta tensión	X	
Peligros operacionales		
Falta de capacitación	X	
Errores Humanos (Operación incorrecta)	X	
Falta de mantenimiento	X	
Corrosión	X	
Daños por terceros por golpe (excavación o sabotaje)	X	

B. Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares.

El gas natural es un combustible que, utilizado o manejado con procedimientos y equipos adecuados, puede ser muy seguro. El riesgo del gas está fundamentalmente en el hecho de no saber usarlo y en el exceso de confianza. Los accidentes de gas natural se pueden evitar si el equipo de transporte, almacenamiento y de

suministro es el adecuado, con un mantenimiento establecido y si es manejado por personal capacitado. El riesgo asociado a este tipo de proyectos se considera en la posibilidad de que se presente una fuga de gas, la cual puede provocar incendios o explosiones.

El sistema de transporte por ductos en el país consta de más de 55,000 km de tuberías dependientes de las cuatro subsidiarias que conforman **PEMEX (**Gutiérrez-Pérez, 2010**)**. Los fluidos transportados son: crudo, gasolinas, diésel, gas licuado, gas natural y productos petroquímicos, principalmente. Los diámetros de las tuberías varían desde 3" hasta 48" de diámetro y comparten en gran medida los corredores de la franja de seguridad, donde se realizan las tareas y actividades de operación, mantenimiento e inspección[1].

Por otro lado, **PROFEPA**[2] monitoreó (durante el periodo comprendido entre los años de 1997 a 2001) los sistemas de transporte de hidrocarburos en tres diferentes medios, los cuales son: ducto, marítimo y terrestre, de donde se obtuvieron datos reveladores.

PEMEX - Refinación opera y administra los poliductos en el territorio nacional; además de procesar el petróleo crudo, elabora productos refinados y distribuye gas licuado, gasolinas, turbosina, diésel, combustóleo y otros, mediante una red de ductos, entre los que se encuentran los poliductos. Las tomas clandestinas provocan afectaciones a la población y grandes pérdidas económicas[15].

Cabe destacar que las principales causas que originaron emergencias y produjeron consecuencias importantes en el país durante el periodo 1994 a 2003 fueron derrames de producto, contaminación y afectaciones a terceros (población civil).

Los casos más significativos, con mayor número de registros de accidentes, son debidos a: tomas clandestinas (304 casos), corrosión (125 casos) y golpe mecánico (6 casos), entre los más importantes[3].

Una compilación de estos registros y otros más que se presentaron en los sistemas de poliductos instalados en las franjas de seguridad del país durante el periodo 1994-2003 se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 2. Resumen de accidentes en ductos.

Causas	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	ST
Corrosión externa	7	7	23	19	35	27	-	3	1	3	125
Golpe mecánico	2	1	-	1	-	-	-	-	2	-	6
Falla de la soldadura transversal	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
Tomas clandestinas	9	21	45	7	46	51	35	37	45	8	304
Golpe de ariete	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Fisura por sobrepresión	-	-	1	-	1	-	-	-	2	-	4

[1] Anuario Estadístico de Pemex, pp. 11, 23, 29,37, 2005.

[2] Procuraduría Federal de Protección al Ambiente PROFEPA, Subprocuraduría de Auditoria Ambiental, Dirección General de Auditoria del Riesgo Ambiental y Prevención de Accidentes, 2001

[3] Datos de Accidentes de Pemex-Refinación, Subdirección de Distribución. Gerencia de Transportación por Ducto, Subgerencia Ductos Sureste, 2004.

Causas	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	ST
Falla de la abrazadera	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2
Material defectuoso	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Sobre esfuerzo por movimiento de tierra	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Fuga en la válvula	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Ruptura de monoblock	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Total											**441**

Fuente: Olivera - Villaseñor, Ruperto Enrique; Rodríguez - Castellanos, Alejandro Estudio del riesgo en ductos de transporte de gasolinas y diésel en México Científica, vol. 16, núm. 4, octubre-diciembre, 2012, pp. 159-165 Instituto Politécnico Nacional**.**

En datos más recientes tenemos los consultados por *"The Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration" (PHMSA)*, donde se muestra que, del total de incidentes en todos los sistemas de ductos, el 11.35% corresponden al transporte y una de las principales causas son las excavaciones por terceros, tal como se muestra en las tablas siguientes.

Tabla 3. Principales causas de los accidentes en todos los sistemas de ductos, periodo 2010-2019

Causa	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Todas las otras causas	16.7%	-	-	-	-	-	-	-	33.3%	50.0%
Corrosión	-	-	-	100%	-	-	25.0%	-	-	-
Excavaciones	**33.3%**	**-**	**33.3%**	**-**	**-**	**66.7%**	**25.0%**	**33.3%**	**-**	**-**
Operación Incorrecta	-	100%		-	-	33.3%	-	66.7%	-	-
Materiales/uniones/falla de equipo	50.0%	-	33.3%	-	100%	-	25.0%	-	33.3%	-
Daños por fuerzas naturales	-	-		-	-	-	-	-	-	50.0%
Otros daños por fuerzas externas	-	-	33.3%	-	-	-	25.0%	-	33.3%	-
No. total de incidentes por año	**6**	**1**	**3**	**1**	**2**	**3**	**4**	**3**	**3**	**2**

Fuente: https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/pipeline-incident-20-year-trends

Tabla 4. Principales daños causados de los accidentes en todos los sistemas de ductos, periodo 2000-2019

Causa de los incidentes reportados	Cantidad	%	Fatalidades	Daños	Daños a la propiedad (USD)	% de daños a la propiedad
Todas las otras causas	140	19.15	72	217	$62,601,408.00	2.34
Corrosión	36	4.92	19	59	$62,364,233.00	2.33
Excavaciones	**205**	**28.04**	**71**	**304**	**$166,724,711.00**	**6.24**
Operación Incorrecta	104	14.23	23	178	$1,714,590,061.00	64.20
Materiales/uniones/falla de equipo	77	10.53	27	151	$580,985,917.00	21.75

Causa de los incidentes reportados	Cantidad	%	Fatalidades	Daños	Daños a la propiedad (USD)	% de daños a la propiedad
Daños por fuerzas naturales	37	5.06	26	102	$34,513,196.00	1.29
Otros daños por fuerzas externas	132	18.06	42	172	$49,098,874.00	1.84
Total	731	100	280	1,183	$2,670,878,400.00	100

Fuente: https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/pipeline-incident-20-year-trends

Tabla 5. Antecedentes de accidentes e incidentes.

Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia(s) involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación	Fuente
1984	San Juan Ixhuatepec México	Terminal de almacenamiento de gas natural	Gas Natural	Explosión con efecto domino de las esferas y salchichas de almacenamiento de gas natural	Este accidente fue en las instalaciones del cabezal de distribución de PEMEX y la causa del percance se consideró por la falta de mantenimiento del equipo de almacenaje y del sistema contra incendios, además de una supervisión más estricta, por personal altamente capacitado	Este siniestro causó muchos miles de daños tanto materiales como humanos	PEMEX, 1984
1987	Nueva Jersey, USA	Tubería de gas natural	Gas Natural	Una tubería de hierro fundido de 4" se fracturó tangencialmente resultando en una explosión.	La falla se había debilitado debido a la corrosión, la falla fue originada por fuerzas externas, el cabezal de hierro fundido fue remplazado por tubería aprobada de plástico.	Incendio en casa residencial	PROFEPA, 2005
1994	Coahuila	Red de distribución de gas natural	Gas natural.	Fuga de gas natural en la línea de distribución con explosión	Falta de mantenimiento de la tubería de la red de distribución. Las medidas llevadas a cabo fueron renovación de la tubería de gas, reparación de fugas en medidores y un estudio de evaluación del área afectada.	Dos heridos gravemente.	PROFEPA, 2005
1994	Nuevo León	Centro de regulación de gas natural	Gas natural.	Fuga de gas natural en el centro de regulación,	Durante el mantenimiento al purgar la válvula de salida del gas.	Se acordonó el área, evacuación de familias en un radio de 100 m a la redonda y suspensión de tráfico. No hubo daños al medio ambiente ni pérdidas humanas.	PROFEPA, 2005
1996	Guadalajara México	Tanque estacionario casa habitación	Gas Natural	Tanque estacionario se incendió y estalló	Tanque estacionario que estaba siendo llenado en un hogar se incendió y estalló	Causó 3 muertos y varios heridos de gravedad	PEMEX, 1996

Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia(s) involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación	Fuente
1998	México	Estación de compresión de gas natural.	Gas natural.	Fuga de gas con explosión.	Separación de la conexión entre la línea de servicios de plástico y el accesorio de compresión instalado en la línea antes del medidor. Algunas excavaciones se habían llevado a cabo semanas antes del incidente para instalación de drenajes, el terreno no fue rellenado con seguridad.	Una casa fue dañada debido a la explosión resultante	PROFEPA, 2005
1999	Ciudad de México	Carro tanque de gas natural	Gas natural	Descargando gas natural el carrotanque que se incendió enfrente del café Tacuba en el centro histórico de la Ciudad de México	La causa fue la falta de mantenimiento y verificación de las válvulas de exceso de flujo y de relevo (válvula de seguridad).	Solo hubo daños materiales.	PROFEPA, 2005
2000	Ciudad de México	Planta de almacenamiento y distribución de gas natural	Gas natural	La empresa Regio Gas tubo un accidente de fuga de gas LP con fuego provocado por el arranque y descontrol de este dentro de sus instalaciones en la Delegación Azcapotzalco.	La causa fue la falta de capacitación y de cumplir con las medidas de seguridad establecidas dentro de las instalaciones.	Los daños son del tipo material sin muertes.	PROFEPA, 2005
2000	Ciudad de México	Carro tanque de gas natural	Gas natural	La empresa Gas Luxor con una pipa de 12,500 litros en las calles de Reforma e Insurgentes se incendió.	La causa fue la imprudencia del conductor de la pipa, falta de capacitación y concientización del producto que se transporta	No hubo heridos, solo daños materiales	PROFEPA, 2005
2005	Kentucky, USA	Tubería de gas natural	Gas Natural	Una tubería de gas de 30" que operaba a una presión de 987 psi se rompió.	La causa probable fue debido a la corrosión en la tubería que tenía 29 años de haber sido instalada	La ruptura se extendió hasta 145 m y expuso la tubería fuera del subsuelo y otra tubería paralela adyacente de 12 m.	PROFEPA, 2005

Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia(s) involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación	Fuente
2005	México	Estación de compresión de gas natural.	Gas natural.	Fuga de gas de una línea de 36” en el ensamblado de una válvula de compuerta. El ducto se torció y se originó un pequeño orificio, exponiendo una línea de 34” de diámetro de la descarga de la turbina	Fuga de una línea de 36” en el ensamblado de una válvula de compuerta.	El chorro de gas se incendió y alcanzó un edificio de compresión que estaba a 75 metros de distancia: dos turbinas de 20,000 hp fueron destruidas y una resultó con daños, los edificios de control y medición que estaban a 183 m fueron destruidos, así como también el edificio de compresores y el taller. El flujo en el ducto se suspendió automáticamente por medio del cierre de las válvulas que se encontraban a 24 km de distancia, sin embargo, el gas remanente en el ducto continuó quemándose por 3 horas aproximadamente.	PROFEPA, 2005
2009	Carolina del Norte, USA	Planta de ConAgra Slim Jim en Garner, Carolina del Norte	Gas natural	Explosión de gas natural	El accidente se produjo durante la operación de purga al aire libre de una tubería de acero de abastecimiento de gas que estaba conectado a un calentador de agua. Debido a las dificultades para encender el calentador de agua, la operación de purga se continuó durante un tiempo inusualmente largo, causando finalmente la nube de gas en el interior del edificio, acumulando gas a una concentración por encima de su límite inferior de explosividad. La nube de gas causó una explosión al ponerse en contacto con una fuente de ignición	Ese accidente originó la pérdida de cuatro vidas humanas, causó heridas a otras 67 personas.	Agencia de Seguridad Química e Investigación de Peligros de los Estados Unidos de Norteamérica (CSB)

Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia(s) involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación	Fuente
2010	Connecticut, USA	Red de distribución de gas natural	Gas natural	Explosión y fuego de la tubería de distribución de gas natural durante los trabajos de limpieza de la tubería.	Para quitar los residuos de la tubería, los trabajadores utilizaron el gas natural a alta presión de aproximadamente 650 libras por pulgada cuadrada. Durante este proceso, el gas natural encontró una fuente de ignición y explosión.	6 trabajadores fatalmente heridos	Agencia de Seguridad Química e Investigación de Peligros de los Estados Unidos de Norteamérica (CSB)
2014	San Pedro, Monterrey, N.L.	Red de distribución de gas natural	Gas natural	Explosión e incendio de gas natural en el sector Valle Oriente de San Pedro Garza García, en la zona metropolitana de Monterrey	La tubería dañada es la principal que abastece de gas natural al sector y resultó afectada al caerle una barda encima, la cual colapsó porque la tierra quedó reblandecida por recientes lluvias.	En este evento no hubo lesionados, pero si hubo daños materiales, las cuales fueron 3 vehículos que se encontraban cerca y el carril lateral de la avenida Lázaro Cárdenas. Cerca de dos mil personas fueron desalojadas de los inmuebles contiguos durante los primeros minutos del siniestro.	La Jornada, 2014
2015	Coyoacán, Ciudad de México	Red de distribución de gas natural	Gas natural	Explosión en tubería de conexión de gas natural.	Presuntamente a una mala maniobra en una tubería por parte de trabajadores contratados por la empresa Gas Natural Fenosa.	La explosión dejó a 4 personas heridas, incluidos los trabajadores, mientras que dos casas dúplex resultaron con serios daños, siendo evacuados los vecinos del lugar.	El Universal, 2015
2015	Tlapango, Tlaxcala	Red de distribución de gas natural	Gas natural	Fuga de gas natural por ruptura de tubería	Ruptura de un ducto de gas natural de 20 milímetros de diámetro de la empresa "Maxigas".	Tras 2 horas de labores se logró la contención de la fuga. No se registró la pérdida de vidas humanas ni lesiones a terceros	La polilla, Tlaxcala
2015	Azcapotzalco, Ciudad de México	Red de distribución de gas natural	Gas natural	Fuga de gas natural por ruptura de tubería	Fracturada durante obras de construcción en calles de la colonia Santa Catarina de la Delegación Azcapotzalco.	La ruptura generó una fuga de gas que duró 2 horas hasta ser controlado por los bomberos. Debido a esto, se realizó el	El Financiero, 2015

Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia(s) involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación	Fuente
						desalojo de habitantes a 500 metros a la redonda, unas 5 manzanas, aproximadamente 600 personas, a fin de prevenir una mayor emergencia. La válvula fue cerrada y bomberos esperaron a que la presión del gas disminuyera, mientras que con mangueras y agua evitaban que el gas se esparciera. No se reportaron personas lesionadas	

Como se puede observar los accidentes en su mayoría se pueden considerar errores humanos. Las fugas del gas natural pueden estar presentes en los elementos de servicio como los reguladores, bridas, válvulas y sellos o empaques, pero el mayor riesgo se presentará en el área de almacenamiento del gas.

Debido a que la densidad del gas natural es mayor que la del aire, se incrementa la posibilidad de la acumulación de una nube de vapor inflamable, la cual puede viajar y encenderse por calor, chispas o flamas y retroceder con flamas. Sobre este hecho las plantas de almacenamiento y estaciones de carburación para vehículos que emplean como combustible el gas natural no están exentas de riesgo, por lo cual es necesario una estructuración simultánea tanto de las autoridades que las regulen, los usuarios y de los dueños para evitar todo tipo de siniestros.

C. Identificación de peligros y de escenarios de riesgo.

Para determinar los posibles eventos de riesgos que pueden presentarse durante la operación del sistema de transporte de gas natural, se analizaron las características del trazo, las rutas, localización y poblaciones, así como las propiedades de toxicidad, inflamabilidad y explosividad del gas natural, considerando los parámetros de operación y condiciones ambientales críticas (mayor o menor temperatura, condiciones ambientales extremas, menor velocidad de viento, etc.). Respecto a la evaluación de operación y para el desarrollo de las metodologías de identificación de riesgos, se tomó en cuenta la experiencia del personal operativo de **ENGIE** y personal de **B+F** ambiental durante la revisión del proyecto y/o los recorridos de las instalaciones similares para identificar los posibles incidentes que pudiesen ocurrir.

C.1. Metodología HAZOP (Hazardous Operability Analysis).

La técnica de análisis de peligros y operabilidad (**HAZOP**, por sus siglas en inglés) se basa en el principio de que varios expertos con diferentes especialidades pueden interactuar de una manera creativa y sistemática para identificar más problemas trabajando juntos que trabajando separados. La técnica de análisis **HAZOP** fue desarrollada por el Dr. Trevor Kletz en la década de 1970 en la compañía Imperial Chemical Industries, para evaluar la operación de sus instalaciones industriales. Posteriormente, esta técnica fue adaptada de manera colegiada por el American Institute of Chemical Engineers y difundida a partir de 1992 a través de las Guías editadas por el Center for Chemical Process Safety, y es recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro (Aiche, 1999).

Para desarrollar un estudio de **HAZOP** se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y, así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de las mismas.

Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y, así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de las mismas. La metodología consiste en dividir la instalación en subsistemas que tengan una identidad funcional propia y en seleccionar una serie de nodos en cada subsistema donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (presión, temperatura, caudal, etc.).

Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía que califican el tipo de desviación. Ejemplos de palabras guía más utilizadas son las siguientes:

Tabla 6. Palabras guía más utilizadas en la metodología **HAZOP**.

Palabra Guía	
No/ninguna	Negación del intento de diseño
Más	Incremento cuantitativo
Menos	Decremento cuantitativo
Además de	Incremento cuantitativo
Parte de	Decremento cuantitativo
Inversa	Opuesto lógico del intento
Otro que	Sustitución completa

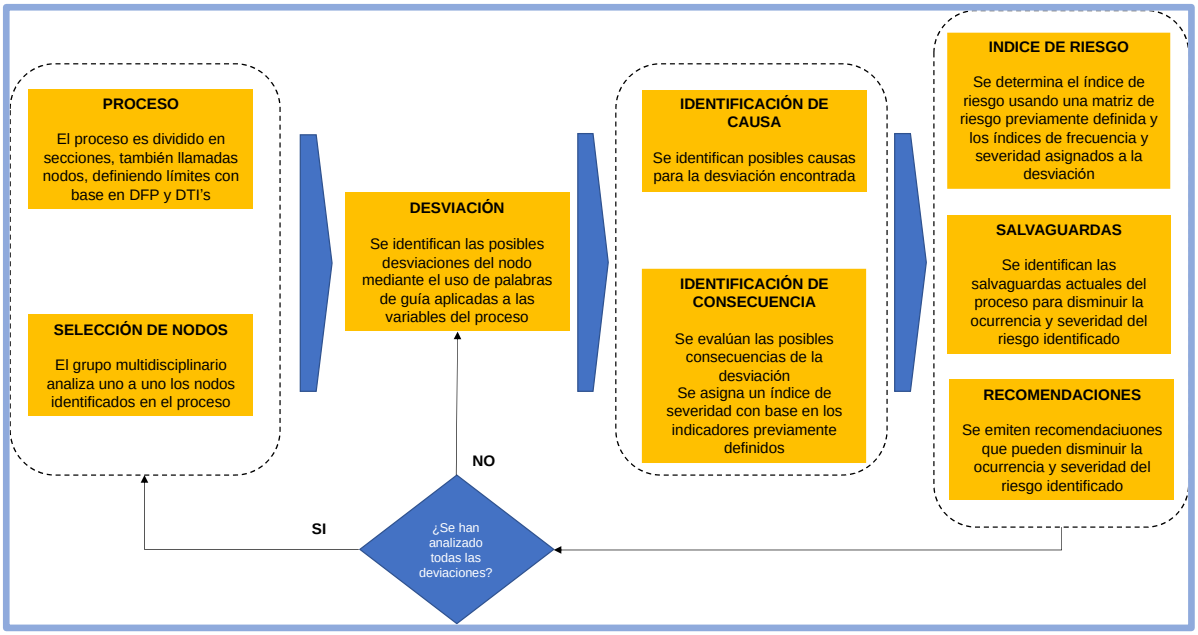
La identificación de peligros de un sistema en plantas de proceso y otras instalaciones es fundamental para garantizar un diseño y operación seguros. La metodología de identificación de riesgos **HAZOP** (Análisis de Peligros y Operabilidad) es una técnica para el análisis de peligros en procesos que es empleada durante el diseño de un proyecto, establecimiento de una instalación industrial o modificación mayor en un proceso.

Esta metodología consta de un procedimiento altamente disciplinado que permite identificar las posibles desviaciones de un proceso con respecto a su intención de diseño. El **HAZOP** se puede definir como la examinación crítica, sistemática y formal de un proceso y sus intenciones de diseño aplicado a instalaciones nuevas o existentes para evaluar el potencial de falla de partes individuales de equipos y las consecuencias que se producirían como resultado en las instalaciones (Dunjó *et al.* 2010).

La figura siguiente muestra un diagrama de flujo general para realizar un análisis **HAZOP** (adaptación de Dowell III, 1998). Para realizar un análisis **HAZOP** es necesario contar con los diagramas de flujo de proceso (**DFP**) y tubería e instrumentación (**DTI**) del sistema y dividir el proceso en secciones manejables con límites definidos, también conocidas como nodos. Dentro de cada nodo se analizan las posibles desviaciones de las principales propiedades que caracterizan el proceso (presión, temperatura, flujo, etc.).

Lo anterior, basándose en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros definidos en la intención de diseño. Dicho análisis es realizado por un grupo multidisciplinario cuyos miembros deben contar con la experiencia y conocimientos necesarios del sistema.

Figura 1. Diagrama de flujo para realizar un análisis **HAZOP** (Adaptación de Dowell III, 1998).



Las desviaciones del sistema son establecidas de manera sistemática recurriendo a una lista de palabras guía (no, mayor, menor, tal como, etc.), que cualifican el tipo de desviación. Esto supone que los valores de diseño de los flujos, temperaturas, presiones, concentraciones, etc. son inherentemente seguros y operables. Una vez que han sido establecidas las desviaciones, es necesario definir la posible causa de las mismas y determinar las consecuencias que tienen en las instalaciones. A fin de determinar el índice de riesgo de cada desviación, es necesario evaluar la frecuencia de la causa y severidad de la consecuencia con base en una matriz de riesgo definida previamente. El nivel de riesgo sirve como indicador para determinar si se cuenta con las salvaguardas necesarias o es necesario incluir recomendaciones en el diseño u operación del proceso. A continuación, se detalla la aplicación de cada una de las etapas al proyecto.

C.2. Selección de nodos.

El análisis **HAZOP** del **Proyecto** se realizará con base en los diagramas y planos enlistados a continuación;

Planos de obras existentes (Anexo 01):

Sección I (EM Cactus a EM2):

- Planos de trazo y perfil del gasoducto de 36" Ø para una longitud de 14.359 kilómetros.
    - MX086-PL-2023-SI-001_0-AS
    - MX086-PL-2023-SI-002_0-AS

- MX086-PL-2023-SI-003_0-AS
- MX086-PL-2023-SI-004_0-AS
- MX086-PL-2023-SI-005_0-AS
- MX086-PL-2023-SI-006_0-AS
- MX086-PL-2023-SI-007_0-AS

- Planos de cruzamientos del gasoducto de 36” Ø para una longitud de 14.359 kilómetros.
  - MX086-PL-2026-SI-001_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-002_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-003_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-004_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-005_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-006_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-007_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-008_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-009_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-010_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-011_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-012_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-013_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-015_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-017_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-018_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-019_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-020_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-023_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-027_0-AS
  - MX086-PL-2026-SI-028_0-AS

- MX086-PL-2026-SI-030_0-AS
- MX086-PL-2026-SI-031_0-AS
- MX086-PL-2026-SI-032_0-AS
- MX086-PL-2026-SI-033_1-2
- MX086-PL-2026-SI-033_2-2
- MX086-PL-2026-SI-035_0-AS
- MX086-PL-2026-SI-037_0-AS
- MX086-PL-2026-SI-038_0-AS
- MX086-PL-2026-SI-039_0-AS
- MX086-PL-2026-SI-040_1-2
- MX086-PL-2026-SI-040_2-2
- MX086-PL-2026-SI-041_0-AS

Sección II (EM2 a EM3/CS1).

- Planos de trazo y perfil del gasoducto de 30” Ø para una longitud de 79.408 kilómetros.
  - 1645-20-DG-7101
  - 1645-20-DG-7102
  - 1645-20-DG-7103
  - 1645-20-DG-7104
  - 1645-20-DG-7105
  - 1645-20-DG-7106
  - 1645-20-DG-7107
  - 1645-20-DG-7108
  - 1645-20-DG-7109
  - 1645-20-DG-7110
  - 1645-20-DG-7111
  - 1645-20-DG-7112
  - 1645-20-DG-7113

- 1645-20-DG-7114
- 1645-20-DG-7115
- 1645-20-DG-7116
- 1645-20-DG-7117
- 1645-20-DG-7118
- 1645-20-DG-7119
- 1645-20-DG-7120
- 1645-20-DG-7121
- 1645-20-DG-7122
- 1645-20-DG-7123
- 1645-20-DG-7124
- 1645-20-DG-7125
- 1645-20-DG-7126
- 1645-20-DG-7127

- Planos de cruzamientos del gasoducto de 30” Ø para una longitud de 79.408 kilómetros.
  - 3637-L-XS-220212 (1)
  - 3637-L-XS-210134 (2)
  - 3637-L-XS-210127 (3)
  - 3637-L-XS-210132 (4)
- Planos de trazo y perfil del gasoducto de 30” Ø de interconexión de **CPGNP** a **EM2** para una longitud de 165 metros.
  - 1645-23-DG-2010-01
  - 1645-20-DG-2100-01

Sección III (EM3/CS1 a CS2).

- Planos de trazo y perfil del gasoducto de 24” Ø para una longitud de 261.755 kilómetros.

- 23634-000-D1-DRP-00004
- 23634-000-D1-DRP-00005
- 23634-000-D1-DRP-00006
- 23634-000-D1-DRP-00007
- 23634-000-D1-DRP-00008
- 23634-000-D1-DRP-00009
- 23634-000-D1-DRP-00010
- 23634-000-D1-DRP-00011
- 23634-000-D1-DRP-00012
- 23634-000-D1-DRP-00013
- 23634-000-D1-DRP-00014
- 23634-000-D1-DRP-00015
- 23634-000-D1-DRP-00016
- 23634-000-D1-DRP-00017
- 23634-000-D1-DRP-00018
- 23634-000-D1-DRP-00019
- 23634-000-D1-DRP-00020
- 23634-000-D1-DRP-00021
- 23634-000-D1-DRP-00022

- Planos de cruzamientos del gasoducto de 24” Ø para una longitud de 261.755 kilómetros.
  - 23634-000-D3-DRPX-00017 (Típico de camino)
  - 23634-000-D3-DRPX-00009 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00010 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00014 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00015 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00016 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00032 (Típico de río o cuerpo de agua)

- Planos de trazo y perfil del gasoducto de 24” Ø de interconexión de **CPGCP** a **EM3** para una longitud de 5.064 kilómetros.
    - 23634-000-D1-DRP-00001
    - 23634-000-D1-DRP-00002
    - 23634-000-D1-DRP-00003

Sección IV (CS2 a TRD Mérida).

- Planos de trazo y perfil del gasoducto de 22” Ø para una longitud de 266.29 kilómetros.
    - 23634-000-D1-00088
    - 23634-000-D1-00089
    - 23634-000-D1-00090
    - 23634-000-D1-00091
    - 23634-000-D1-00092
    - 23634-000-D1-00093
    - 23634-000-D1-00094
    - 23634-000-D1-00095
    - 23634-000-D1-00096
    - 23634-000-D1-00097
    - 23634-000-D1-00098
    - 23634-000-D1-00099
    - 23634-000-D1-00100
    - 23634-000-D1-000101
    - 23634-000-D1-000102
    - 23634-000-D1-000103
    - 23634-000-D1-000104
    - 23634-000-D1-000105
    - 23634-000-D1-000106

- 23634-000-D1-000107
- 23634-000-D1-000108
- 23634-000-D1-000109
- 23634-000-D1-000110
- 23634-000-D1-000111
- 23634-000-D1-000112
- 23634-000-D1-000113
- 23634-000-D1-000114
- 23634-000-D1-000115
- 23634-000-D1-000116
- 23634-000-D1-000117
- 23634-000-D1-000118
- 23634-000-D1-000119
- 23634-000-D1-000120
- 23634-000-D1-000121
- 23634-000-D1-000122
- 23634-000-D1-000123
- 23634-000-D1-000124
- 23634-000-D1-000125
- 23634-000-D1-000126
- 23634-000-D1-000127
- 23634-000-D1-000128
- 23634-000-D1-000129
- 23634-000-D1-000130
- 23634-000-D1-000131
- 23634-000-D1-000132
- 23634-000-D1-000133

- 23634-000-D1-000134
- 23634-000-D1-000135
- 23634-000-D1-000136
- 23634-000-D1-000137
- 23634-000-D1-000138
- 23634-000-D1-000139
- 23634-000-D1-000140
- 23634-000-D1-000141
- 23634-000-D1-000142
- 23634-000-D1-000143
- 23634-000-D1-000144
- 23634-000-D1-000145
- 23634-000-D1-000146
- 23634-000-D1-000147
- 23634-000-D1-000148
- 23634-000-D1-000149
- 23634-000-D1-000150
- 23634-000-D1-000151
- 23634-000-D1-000152
- 23634-000-D1-000153
- 23634-000-D1-000154
- 23634-000-D1-000155
- 23634-000-D1-000156
- 23634-000-D1-000157
- 23634-000-D1-000158
- 23634-000-D1-000159
- 23634-000-D1-000160

- 23634-000-D1-000161
- 23634-000-D1-000181
- 23634-000-D1-000182
- 23634-000-D1-000183
- 23634-000-D1-000184
- 23634-000-D1-000185
- 23634-000-D1-000186
- 23634-000-D1-000187
- 23634-000-D1-000188
- 23634-000-D1-000189
- 23634-000-D1-000190
- 23634-000-D1-000191
- 23634-000-D1-000192
- 23634-000-D1-000193
- 23634-000-D1-000194
- 23634-000-D1-000195
- 23634-000-D1-000196
- 23634-000-D1-000197

- Planos de cruzamientos del gasoducto de 22” Ø para una longitud de 266.29 kilómetros.
  - 23634-000-D3-DRPX-00017 (Típico de camino)
  - 23634-000-D3-DRPX-00009 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00010 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00014 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00015 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00016 (Típico de río o cuerpo de agua)
  - 23634-000-D3-DRPX-00032 (Típico de río o cuerpo de agua)

Sección V (TRD Mérida a EMR CFE Mérida II y III).

- Planos de trazo y perfil del gasoducto de 10” Ø para una longitud de 3.043 kilómetros.
    - 23634-000-D3-DRPX-00002
    - 23634-000-D3-DRPX-00003
    - 23634-000-D3-DRPX-00004
    - 23634-000-D3-DRPX-00006
    - 23634-000-D3-DRPX-00007
    - 23634-000-D3-DRPX-00008
    - 23634-000-D3-DRPX-00009
    - 23634-000-D3-DRPX-00010
    - 23634-000-D3-DRPX-00011
    - 23634-000-D3-DRPX-00012
    - 23634-000-D3-DRPX-00013
    - 23634-000-D3-DRPX-00014
    - 23634-000-D3-DRPX-00015
    - 23634-000-D3-DRPX-00016
    - 23634-000-D3-DRPX-00017
    - 23634-000-D3-DRPX-00032
- Planos de cruzamientos del gasoducto de 10” Ø para una longitud de 3.043 kilómetros.
    - 23634-000-D3-DRPX-00017 (Típico de camino)

Sección VI (TRD Mérida a EMR CFE Valladolid CC y III).

- Planos de trazo y perfil del gasoducto de 16” Ø para una longitud de 160.462 kilómetros.
    - 23634-000-D1-000198
    - 23634-000-D1-000199

- 23634-000-D1-000200
- 23634-000-D1-000201
- 23634-000-D1-000202
- 23634-000-D1-000203
- 23634-000-D1-000204
- 23634-000-D1-000205
- 23634-000-D1-000206
- 23634-000-D1-000207
- 23634-000-D1-000208
- 23634-000-D1-000209
- 23634-000-D1-000210
- 23634-000-D1-000211
- 23634-000-D1-000212
- 23634-000-D1-000213
- 23634-000-D1-000214
- 23634-000-D1-000215
- 23634-000-D1-000216
- 23634-000-D1-000217
- 23634-000-D1-000218
- 23634-000-D1-000219
- 23634-000-D1-000220
- 23634-000-D1-000221
- 23634-000-D1-000222
- 23634-000-D1-000223
- 23634-000-D1-000224
- 23634-000-D1-000225
- 23634-000-D1-000226

- 23634-000-D1-000227
- 23634-000-D1-000228
- 23634-000-D1-000229
- 23634-000-D1-000230
- 23634-000-D1-000231
- 23634-000-D1-000232
- 23634-000-D1-000233
- 23634-000-D1-000234
- 23634-000-D1-000235
- 23634-000-D1-000236
- 23634-000-D1-000237
- 23634-000-D1-000238
- 23634-000-D1-000239
- 23634-000-D1-000240
- 23634-000-D1-000241
- 23634-000-D1-000242
- 23634-000-D1-000243
- 23634-000-D1-000244
- 23634-000-D1-000245
- 23634-000-D1-000246
- 23634-000-D1-000247
- 23634-000-D1-000248
- 23634-000-D1-0002409
- 23634-000-D1-000250
- 23634-000-D1-000251
- 23634-000-D1-000252
- 23634-000-D1-000253

- Planos de cruzamientos del gasoducto de 16” Ø para una longitud de 160.462 kilómetros.
    - 23634-000-D3-DRPX-00017 (Típico de camino)
    - 23634-000-D3-DRPX-00009 (Típico de río o cuerpo de agua)
    - 23634-000-D3-DRPX-00010 (Típico de río o cuerpo de agua)
    - 23634-000-D3-DRPX-00014 (Típico de río o cuerpo de agua)
    - 23634-000-D3-DRPX-00015 (Típico de río o cuerpo de agua)
    - 23634-000-D3-DRPX-00016 (Típico de río o cuerpo de agua)
    - 23634-000-D3-DRPX-00032 (Típico de río o cuerpo de agua)

Planos de obras nuevas (Anexo 02):

Cadenamientos y puntos de inflexión:

- 2020-IB-PP-SK-036_C-Hoja-1 (Plano georreferenciado Loop 1)
- 2020-IB-PP-SK-036_C-Hoja-2 (Plano georreferenciado Loop 1)
- 2020-IB-PP-SK-037_E (HOJA-1) (Plano georreferenciado Loop 2)
- 2020-IB-PP-SK-037_E (HOJA-2) (Plano georreferenciado Loop 2)
- 2020-IB-PP-SK-037_E (HOJA-3) (Plano georreferenciado Loop 2)
- 2020-IB-PP-SK-038_E (Plano georreferenciado Loop 3)
- 2020-IB-PP-SK-047_B (Plano georreferenciado Loop 4)

Planos de obras de cimentaciones de infraestructura superficial.

- 2020-IB-CI-SK-015_C (TIPICO CUARTO DE CONTROL).
- 2020-IB-CI-SK-016_C (TIPICO DE PUERTAS Y PORTONES).
- 2020-IB-CI-SK-017_C (TIPICO DE CIMENTACIONES DE EQUIPO PAQUETE).
- 2020-IB-CI-SK-018_C (TIPICO DE FOSAS PARA TANQUES).
- 2020-IB-CI-SK-020_A (TIPICO PARA CASETA DE ANALIZADORES).
- 2020-IB-CI-SK-021_B (TIPICO DE CASETA DE VIGILANCIA).
- 2020-IB-CI-SK-022_B (TIPICO DE CIMENTACION DE COMPRESORES).

- 2020-IB-CI-SK-023_B (TIPICO DE AEROENFRIADORES).
- 2020-IB-CI-SK-024_B (TIPICO DE TRAMPA DE DIABLOS).
- 2020-IB-CI-SK-028_B (TIPICO DE CIMENTACION DE FILTRO SEPARADOR).
- 2020-IB-CI-SK-029_B (TIPICO PLATAFORMA DE MANTENIMIENTO FILTRO SEPARADOR).
- 2020-IB-CI-SK-030_B (TIPICO ESTRUCTURAL ALMACEN Y TALLER DE MANTENIMIENTO).
- 2020-IB-CI-SK-031_B (TIPICO PLANTA Y ELEVACIONES DE ALMACEN Y TALLER DE MANTENIMIENTO).
- 2020-IB-CI-SK-032_B (TIPICO DE ANCLAS).
- 2020-IB-CI-SK-033_B (TIPICO CIMENTACION CUARTO DE CONTROL).

Planos de arreglo de la infraestructura superficial.

- 2020-IB-CI-SK-004_C (EM ENGIE INDUSTRIAL).
- 2020-IB-CI-SK-006_C (EM CFE MERIDA IV).
- 2020-IB-CI-SK-009_C (CFE EM VALLADOLID IV).
- 2020-IB-CI-SK-006_C (EM 3).
- 2020-IB-EL-SK-072_D (CUARTO ELECTRICO ENGIE INDUSTRIAL).
- 2020-IB-EL-SK-074_D (CUARTO ELECTRICO CFE MERIDA IV).
- 2020-IB-EL-SK-077_D (CUARTO ELÉCTRICO VALLADOLID IV).
- 2020-IB-CI-SK-025_A (EM CACTUS).
- 2020-IB-CI-SK-026_A (EM 2).

Planos mecánicos de las tuberías:

- 2020-IB-PI-SK-027_C (EM CFE MERIDA IV).
- 2020-IB-PI-SK-030_C (EM CFE VALLADOLID IV).
- 2020-IB-PI-SK-049_D (EM CACTUS).
- 2020-IB-PI-SK-051_D (EM 2).
- 2020-IB-PI-SK-053_D (EM 3).
- 2020-IB-PI-SK-037_E (CS 1 1-2).

- 2020-IB-PI-SK-037_E (CS 1 2-2).
- 2020-IB-PI-SK-039_E (CS 2).

Arreglo general EM Engie Industrial

- Arreglo general EM Engie Industrial

Arreglo general EM CFE Mérida IV

- Arreglo general EM CFE Mérida IV

Arreglo general EM CFE Valladolid IV

- Arreglo general EM CFE Valladolid IV

Arreglo general EM 3

- Arreglo general EM3

Arreglo general EM 2

- Arreglo general EM 2

Arreglo general EM Cactus

- Arreglo general EM Cactus

Los nodos identificados para el análisis se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 7. Identificación de nodos para el análisis Hazop.

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
1. Interconexiones con proveedor de gas natural SISTRANGAS al Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado.	Interconexión con proveedor de gas natural SISTRANGAS a EM Cactus mediante Hot Tapping, en Ciudad Pemex y Nuevo Pemex mediante válvulas de interconexión.	Interconexión con gasoducto 48" Ø San Fernando para suministro de gas natural a través de tubería de 36" Ø a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 511.58 MMSCFD, a una temperatura de 50 ^{o}C. hasta la EM Cactus. Interconexión con Centro Procesador de GN Nuevo PEMEX para suministro de gas natural a través de tubería de 30" Ø a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ^{o}C. hasta la EM2. Interconexión con Centro Procesador de GN Ciudad PEMEX para suministro de gas natural a través de tubería de 24" Ø a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ^{o}C. hasta la EM3.	Interconexiones SISTRANGAS con hot tapping y gasoducto de 36" Ø a EM Cactus, válvulas de interconexión y gasoducto de 30" Ø de CPG Nuevo Pemex a EM 2; y válvulas de interconexión y gasoducto de 24" Ø de CPG Ciudad Pemex a EM3, las dos últimas se encuentra en preservación.
2. Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado.	6 secciones de gasoductos con ramales para la operación del sistema.	**Sección I.** Gasoducto existente de 36" Ø de 14.359 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 511.58 MMSCFD, temperatura de 50 ºC. **Sección II.** Gasoducto existente de 30" Ø de 79.408 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 511.58 MMSCFD, temperatura de 50 ºC. **Sección III.** Gasoducto existente de de 24" Ø de 261.755 km con una presión de 82.52 kg/cm^2, flujo de 310.17 MMSCFD, temperatura de 50 ºC. Gasoducto nuevo (loop 1) de 20" Ø de 263.224 km con una presión de 82.47 kg/cm^2, flujo de 197.30 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 10" Ø de Ramal CFE CC Campeche 1.10 km con una presión de 82.52	Gasoductos: **Sección 1** de 36" Ø; **Sección 2** de 36" Ø; **Sección 3** de 24" Ø, 20" Ø y 10" Ø; **Sección 4** de 22" Ø, 24" Ø y 4" Ø; **Sección 5** de 16" Ø, 12" Ø y 10" Ø y **Sección 6** de 16" Ø, 12" Ø, 4" Ø y 2" Ø.

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
		kg/cm^2, flujo de 46.00 MMSCFD, temperatura de 50 ºC **Sección IV.** Gasoducto existente de 22" Ø de 266.29 km con una presión de 49.21 kg/cm^2, flujo de 202.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto nuevo (Loop 2) de 24" Ø de 269.775 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 256.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 4" Ø de Ramal GNC 0.730 km con una presión de 49.21 kg/cm^2, flujo de 7.7 MMSCFD, temperatura de 50 ºC **Sección V.** Gasoducto existente de 16" Ø de 3.043 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 101.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto nuevo (Loop 4) de 10" Ø de 3.535 km con una presión de 84.36 kg/cm^2, flujo de 97.7 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 10" Ø Ramal CFE Mérida II de 1.601 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 19 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 10" Ø Ramal CFE Mérida III de 3.575 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 75 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 10" Ø Ramal Mérida II de 1.200 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 7.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC **Sección VI.** Gasoducto existente de 16" Ø de 160.462 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 102.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 16" Ø de 160.462 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 150 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 4" Ø Ramal Clúster Mérida de 3.377 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 1.5 MMSCFD, temperatura de 50 ºC	

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
		Gasoducto existente de 2" Ø Ramal Pollos de 0.200 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 0.6 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 12" Ø Ramal CFE Valladolid CC de 0.500 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 17 MMSCFD, temperatura de 50 ºC Gasoducto existente de 12" Ø Ramal CFE Valladolid II de 0.350 km con una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 83 MMSCFD, temperatura de 50 ºC	
3. Instalaciones superficiales (estaciones de medición y compresión)	Estaciones de medición de gas natural y estaciones de compresión.	Estación de Medición Cactus (EM Cactus) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 511.58 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. Estación de Medición (EM2) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. Estación de Medición (EM3) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. Estación de compresión (CS1) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 507.47 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. Estación de compresión (CS2) a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 459.0 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC.	Estación de Medición EM Cactus. Estación de Medición EM2. Estación de Medición EM3. Estación de compresión CS1. Estación de compresión CS2.
4. Trampas de envío y recibo de diablos.	Sistema de limpieza de gasoductos. Diseñado y fabricado de acuerdo a la NOM-007-ASEA-2016 y ASME Sección VIII Div. 1 Edición 2017 para el servicio de inserción de dispositivos para el	En operación normal el gas está fluyendo mediante el by-pass y la línea principal. Durante la operación de una corrida de diablo, el gas es redirigido a la trampa para empujar al diablo que ha sido previamente instalado.	TED Cactus, TRD EM2, TED EM2, TRD EM3, TED CS1, TRD CS2, TED CS2, TRD Mérida TED Mérida, y TRD Valladolid

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
	mantenimiento e inspección de las tuberías del sistema de transporte.	TED EM Cactus a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 511.58 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED EM2 a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED EM3 a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 300 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED CS1 a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 507.47 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED CS2 a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 459.0 3MSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TED Mérida a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2) y un flujo de 451.0 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. TRD Valladolid a una presión de 65 kg/cm^2, flujo de 83 MMSCFD, temperatura de 50 ºC.	
5. Instalaciones superficiales, estaciones de regulación y medición para usuarios.	Estaciones de regulación y medición para entrega de gas natural a usuarios del sistema.	ERM CFE CC CAMPECHE a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 46 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM GNC a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 7.7 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM ENGIE INDUSTRIAL, a una presión de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 12.7 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE MERIDA IV a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 85 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC.	Estación de regulación y medición CC Campeche. Estación de regulación y medición GNC. Estación de regulación y medición Mérida II. Estación de regulación y medición Mérida III. Estación de regulación y medición CFE Mérida IV. Estación de regulación y medición Engie Industrial. Estación de regulación y medición Mérida West. City Gate Umán. Estación de regulación y medición Clúster Mérida. Estación de regulación y medición Pollos Crío. Estación de regulación y medición Valladolid CC. Estación de regulación y medición Valladolid III. Estación de medición y regulación Valladolid IV.

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
		ERM CFE CC MERIDA CC a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 19 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE CC MERIDA III a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 75 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM MERIDA WEST a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 7.5 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CLUSTER MERIDA a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 1.5 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM POLLOS a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 0.6 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE VALLADOLID CC a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 17 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE VALLADOLID III a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 83 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC. ERM CFE VALLADOLID IV a una presión de entrada de 880.4 psig (61.9 kg/cm^2), un flujo de 150 MMSCFD, a una temperatura de 50 ºC.	
6. Instalaciones superficiales, válvulas de seccionamiento (MLVs).	CSBP (Cuenta con switch de baja presión) NCSBP (No cuenta con switch baja presión)	Se cuenta con 23 válvulas de seccionamiento tipo bola instaladas a lo largo del trayecto de forma subterránea a cada 30 km aproximadamente, de las cuales, algunas cuentan con switch de baja presión o manual, con by pass y desfogue integrado en los ductos existentes. Para los Loops se cuenta con 21 válvulas de seccionamiento tipo bola instaladas a lo largo del trayecto de forma subterránea a cada 30 km aproximadamente, de las cuales cuentan con	MLV 2-1 (CSBP). MLV 2-2 (CSBP). MLV1 (CSBP). MLV2 (CSBP). MLV3 (CSBP). MLV4 (CSBP). MLV5 (NCSBP). MLV6 (NCSBP). MLV7 (NCSBP). MLV8 (NCSBP). MLV9 (CSBP). MLV10 (CSBP). MLV11 (CSBP). MLV12 (CSBP). MLV13 (CSBP). MLV14 (CSBP). MLV15 (NCSBP). MLV16 (CSBP). MLV17 (CSBP) MLV18 (NCSBP). MLV19 (NCSBP). MLV20 (CSBP). MLV21 (NCSBP). MLV1A (CSBP) MLV2A (CSBP) MLV3A (CSBP) MLV4A (CSBP) MLV5A (CSBP) MLV6A (CSBP) MLV7A (CSBP) MLV8A (CSBP) MLV9A (CSBP) MLV10A (CSBP) MLV11A (CSBP) MLV12A

Nodos	Tipo	Condiciones de diseño/Parámetros	Equipos
		switch de baja presión o manual, con by pass y desfogue integrado en los ductos existentes	(CSBP) MLV13A (CSBP) MLV14A (CSBP) MLV15A (CSBP) MLV16A (CSBP) MLV17A (CSBP) MLV18A (CSBP). MLV19A (CSBP) MLV20A (CSBP) MLV21A (NCSBP)

C.3. Jerarquización de escenarios de riesgo.

Para la jerarquización de los escenarios de riesgo se utilizó el procedimiento ***DIG-PR-003 Análisis de Riesgos de Proceso*** del grupo **ENGIE**, al cual pertenece el regulado Energía Mayakan y el cual aplica al diseño, operación, desmantelamiento y abandono de sitio en todas las instalaciones de proceso den las líneas de negocio del grupo.

El propósito fundamental del proceso de análisis y evaluación de riesgos es proveer información cualitativa y cuantitativa sobre los principales riesgos y su aceptabilidad para una toma de decisiones y planeación más efectiva, tanto en la prevención, como en la eliminación y control de riesgos a la población, ambiente, seguridad y salud.

Análisis de consecuencias.

El propósito de esta etapa es simular los escenarios de riesgo para evaluar cualitativamente los impactos y efectos indeseables de los eventos o escenarios de riesgo definidos (fuego, explosiones, nubes tóxicas), derivados de la carencia o pérdida de controles de ingeniería o administrativos. La evaluación de consecuencias debe incluir las condiciones y cantidades de fugas o derrames; áreas afectadas y efectos sobre la seguridad y la salud de las personas.

Se debe evaluar el número de posibles lesionados; daños económicos y al ambiente, dentro y fuera de las instalaciones, así como daño a la imagen y a la relación con los vecinos.

Tabla 8. Tipo de evento y categoría de la consecuencia

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
Seguridad y salud de los vecinos.	Sin afectación a la seguridad y la salud pública.	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad y la salud pública.	Evacuación; Lesiones menores o afectación a la seguridad y salud pública moderada; costos por afectaciones y daños entre 5 y 10 millones de pesos.	Evacuación; lesiones; una o más fatalidades; afectación a la seguridad y salud pública costos por lesiones daños mayores a 10 millones de pesos.
Seguridad y salud del personal y contratistas.	Sin lesiones; primeros auxilios.	Atención médica; Lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles.	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal; efectos moderados a la salud.	Una o más fatalidades; Lesionados graves con daños irreversibles; incapacidad parcial o total permanentes.
Al ambiente				
Efectos en el centro de trabajo.	Olores desagradables; ruidos continuos;	Condiciones peligrosas; informes a las	Preocupación en el sitio por: fuego, llamaradas;	Continuidad de la operación amenazada;

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
	emisiones en los límites de reporte; polvos y partículas en el aire.	autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes.	ondas de sobrepresión; fuga de sustancias tóxicas.	incendios, explosiones o nubes tóxicas; evacuación del personal.
Efectos fuera del centro de trabajo.	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas de vecinos.	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores; quemadores operando continuamente; ruidos persistentes y presencia de humos.	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas del centro de trabajo; explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa.	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos; daño significativo a largo plazo de flora y fauna o repetición de eventos mayores.
Descarga y derrames.	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable.	Informe a las autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces.	Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortalidad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas; reacción de grupos ambientalistas.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.
Al negocio				
Pérdida de producción, daños a las instalaciones.	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menor a 5 millones de pesos.	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos.	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción de hasta 20 millones de pesos.	Más de un mes de paro. Daños a propiedades o a las instalaciones; pérdida mayor a 20 millones de pesos.
Efecto legal.	Incidente reportable.	Se da una alerta por parte de las autoridades.	Multas significativas; suspensión de actividades.	Multa mayor, proceso judicial.
Daño en propiedad de terceros.	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes.	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes.	Pérdida total de los bienes o de la funcionalidad de los bienes; posibilidad de lesiones o fatalidades.	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución de edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante.
A la imagen				
Atención de los medios al evento.	Difusión menor del evento, prensa y radio locales.	Difusión local significativa; entrevistas, TV local.	Atención de medios a nivel nacional.	Cobertura, protestas públicas. Corresponsales extranjeros.

El área de afectación relativa a la seguridad de las personas es la consecuencia más importante a considerar. Sin embargo, aunque pudiera pensarse que, si ésta es menor, los demás aspectos probablemente sean aceptables, esto no es suficiente y deben analizarse las consecuencias en las otras áreas de afectación. En

todos los casos, la categoría de un evento será la que resulte con mayores consecuencias en cualquiera de las áreas de impacto analizados.

Estimación de la frecuencia.

En esta etapa debe estimarse la frecuencia con que los eventos identificados y seleccionados pudieran presentarse; es decir, debe estimarse cuando ocurrirían. La razón de establecer cuatro niveles en lugar de cinco es que cinco categorías implican mucha más exactitud y precisión en las estimaciones, lo cual puede no ser justificable.

Para estimar la frecuencia con que ocurrirían los eventos identificados debe evaluarse bajo criterios cualitativos y/o cuantitativos, la efectividad de las líneas de defensa disponibles en las instalaciones y/o procesos, considerando la experiencia y los factores de ingeniería y humanos, es decir, la dependencia de operación, la confiabilidad, la auditabilidad para inspección y pruebas y la integridad mecánica de las protecciones de seguridad, así como la disciplina operativa, lo adecuado de la instrumentación, distribución de planta y sistemas de control, cargas de trabajo, comunicación y ambiente laboral.

Tabla 9. Tabla de niveles de frecuencia.

Frecuencia	Criterios de ocurrencia			
Categoría	Tipo	Cuantitativo		Cualitativo
Alto	F4	>1.0E-1	>1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años.
Media	F3	1.0E-1 a 1.0E-2	1 en 10 años a 1 en 100 años	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones.
Baja	F2	1.0E-2 a 1.0E-3	1 en 100 años a 1 en mil años	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.
Remota	F1	<1.0E-3	<1 en 1000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra.

Caracterización y jerarquización de riesgos.

En esta etapa, las consecuencias y frecuencias estimadas correspondientes a los eventos o escenarios seleccionados deben caracterizarse y posicionarse en la matriz de riesgos.

En función del posicionamiento resultante en los cuadrantes de la matriz de riesgos deben aplicarse los criterios de jerarquización, toma de decisiones y acciones, para llevar los riesgos a un nivel razonablemente aceptable, previniendo y/o mitigando sus posibles consecuencias.

Tabla 10. Matriz de riesgos

Frecuencia	**Alta F4**	**B**	**B**	**A**	**A**
	Media F3	**C**	**B**	**B**	**A**
	Baja F2	**D**	**C**	**B**	**A**
	Remota F1	**D**	**D**	**C**	**B**
		Menor C1	**Moderada C2**	**Grave C3**	**Catastrófica C4**
		Consecuencia			

Tipo A – Riesgo Intolerable. El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo A representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo C o, de preferencia, a Tipo D, en un lapso menor a 90 días.

Tipo B – Riesgo Indeseable. El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo debes establecerse controles temporales inmediatos en sitio para reducir el riesgo.

Tipo C – Riesgo Aceptable con Controles. El riesgo es significativo, pero se pueden acompasar las acciones correctivas con el paro programado de instalaciones, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

Tipo D – Riesgo Razonablemente Aceptable. El riesgo requiere acción, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención y reducción juntamente con otras mejoras operativas.

Resultados de los escenarios de riesgo ALARP y no tolerable.

Ver la metodología completa y resultados en el **Anexo IV.3. Hojas de trabajo del HAZOP**.

Durante el desarrollo de la metodología se utilizaron en todo el análisis **HAZOP** 117 desviaciones (36 desviaciones Nodo 1, 22 desviaciones Nodo 2, 22 desviaciones Nodo 3, 8 desviaciones Nodo 4, 17 desviaciones Nodo 5 y 12 desviaciones Nodo 6) a las intenciones de diseño y factores externos que pueden afectar el desarrollo del sistema de transporte derivados de la carencia o pérdida de controles de ingeniería o administrativos, cada desviación fue calificada con una frecuencia y consecuencia de y utilizando la matriz de riesgos se otorgó una calificación global de riesgo.

A continuación, se muestra la cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la población, ambiente, al negocio y a la imagen.

Tabla 11. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la población

Frecuencia	Alta F4	**14**			
	Media F3	**8**	**12**	**4**	
	Baja F2	**52**	**18**	**11**	
	Remota F1	**30**	**7**	**3**	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		Consecuencia			

Tabla 12. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación al ambiente

Frecuencia	Alta F4	**14**			
	Media F3	**4**	**6**	**4**	
	Baja F2	**73**	**12**	**6**	
	Remota F1	**30**	**7**	**3**	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		Consecuencia			

Tabla 13. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación al negocio

Frecuencia	Alta F4	**10**	**4**		
	Media F3	**10**		**6**	
	Baja F2	**24**	**42**	**24**	
	Remota F1	**16**	**12**	**11**	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		Consecuencia			

Tabla 14. Cantidad de escenarios de riesgos ubicados en las regiones de la matriz de riesgos por posible afectación a la imagen

Frecuencia	Alta F4	**14**			
	Media F3	**14**			
	Baja F2	**72**	**15**	**4**	
	Remota F1	**28**	**6**	**6**	
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		Consecuencia			

No se identificaron riesgos Tipo A y se cuenta con diversos riesgos Tipo B, los cuales serán analizados mediante metodologías de análisis detallado de frecuencias, para determinar su probabilidad. Cabe mencionar que, en esta primera instancia de jerarquización de riesgos, la calificación global no considera las medidas de seguridad con las que cuenta el **Proyecto**. En la sección de reposicionamiento de los riesgos Sección VII se retomarán los riesgos Tipo B identificados y se calificarán nuevamente considerando las medidas de seguridad con las que se cuenta. Los riesgos Tipo C y D no se volverán a calificar, por considerarse de bajo impacto y ser considerados inherentes al sistema de transporte.

Tabla 15. Escenarios de riesgo identificados en las regiones de riesgo ALARP y no tolerable

Nodo	Clave del escenario	Descripción del escenario	Nivel de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Nodo / Nombre de la instalación	Sustancia
1.6, 1.14, 1.26, 1.28, 1.29, 1.31	ESC_1_SNFDO_1 ESC_2_SNFDO_2 ESC_3_NVOPEMEX_1 ESC_4_NVOPEMEX_2 ESC_5_CDPEMEX_1 ESC_6_CDPEMEX_2	Incendio o explosión derivado de la ruptura parcial o total en la interconexión, trabajos deficientes de soldadura, golpe por tercero, vehículo o sabotaje e incendios forestales.	**B**	F2	C3	**Nodo 1**. Interconexión de suministro de gas natural por SISTRANGAS al Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado en los gasoductos de 36" Ø con San Fernando - EM Cactus, gasoductos de 30" Centro Procesador de GN Nuevo PEMEX - EM2 y gasoductos de 24" Centro Procesador de GN Ciudad PEMEX - EM3	Gas natural
1.16		Aumento de presión por obstrucción en el sistema del proveedor de gas natural, lo que obliga al flujo a través del Sistema de Transporte Energía MAYAKÁN provocando posibles fugas	**B**	F2	C3		
1.23, 1.24, 1.25		Aumento de corrosión interna debida a H_2S,, efectos mutuos de corrientes eléctricas, ductos en cuerpo de agua ocasionando posibles fugas	**B**	F4	C3		
2.4, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14	ESC_7_SECC1_1 ESC_8_SECC1_2 ESC_9_SECC2_1 ESC_10_SECC2_2 ESC_11_SECC3_1 ESC_12_SECC3_2 ESC_13_LOOP1_1 ESC_14_LOOP1_2 ESC_15_SECC4_1 ESC_16_SECC4_2	Incendio o explosión derivado de la ruptura parcial o total en la interconexión, trabajos deficientes de soldadura, golpe por tercero, vehículo o sabotaje e incendios forestales	**B**	F3	C2	**Nodo 2.** Transporte de gas natural por el Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado en la sección I, sección II, sección III, sección IV, sección V, sección VI hacia suministro de los usuarios	Gas natural

Nodo	Clave del escenario	Descripción del escenario	Nivel de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Nodo / Nombre de la instalación	Sustancia
2.10,	ESC_17_LOOP2_1 ESC_18_LOOP2_2 ESC_19_SECC5_1 ESC_20_SECC5_2 ESC_21_LOOP4_1 ESC_22_LOOP4_2	Corrosión externa debido al efecto de la intemperie o movimiento de los ductos ocasionando posibles fugas	**B**	F4	C1		
2.16, 2.17, 2.19	ESC_23_SECC6_1 ESC_24_SECC6_2 ESC_25_LOOP3_1 ESC_26_LOOP3_2 ESC_27_CFE_CAM_1 ESC_28_CFE_CAM_2 ESC_29_GNC_1 ESC_30_GNC_2 ESC_31_MEDWEST_1 ESC_32_ MEDWEST _2 ESC_33_CLUSTERMED_1 ESC_34_ CLUSTERMED _2 ESC_35_POLLOS_1 ESC_36_ POLLOS _2	Ducto expuesto a la tensión provocada por cargas externas en los cruces con vías de comunicación (autopistas, carreteras, caminos, vías férreas, entre otros), corrientes fluviales o pluviales, incendio forestal ocasionando posibles fugas	**B**	F2	C3		
3.5, 3.15, 3.16	ESC_37_ EMCactus ESC_38_ EM2 ESC_39_ EM3	Fuga de gas natural en válvula de patín de filtración con riesgo de incendio o explosión por aumento de flujo, trabajos deficientes de soldaduras, por golpes externos.	**B**	F3	C2	**Nodo 3.** Instalaciones superficiales del Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado (Estaciones de Medición EM Cactus, EM2 y EM3.; así como las Estaciones de Compresión CS1 y CS2)	Gas natural

Nodo	Clave del escenario	Descripción del escenario	Nivel de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Nodo / Nombre de la instalación	Sustancia
3.9	ESC_40_ CS1 ESC_41_ CS2	Ruptura parcial o total de ducto que conduce al patín de filtración o hasta el sistema de regulación o medición ocasionando fugas.	**B**	F4	C1		
3.13, 3.14, 3.18		Corrosión externa debido al efecto de la intemperie o movimiento de los ductos, a H_2S, CO_2, incendio forestal ocasionando fugas	**B**	F2	C3		
5.10, 5.11	ESC_42_ ERMCFECAMP ESC_43_ ERMGNC ESC_44_ ERMCFEMERIDAII ESC_45_ ERMCFEMERIDA III ESC_46_ ERMCFEMERIDA IV ESC_47_ ERMENGIEINDUSTRIAL ESC_48_ ERMMERIDAWEST ESC_49_ ERMCLUSTERMERIDA ESC_50_ ERMPOLLOS ESC_51_ ERMVALLADOLIDCC ESC_52_ ERMVALLADOLID III ESC_53_ ERMVALLADOLID IV	Fuga de gas natural en válvula de patín de filtración con riesgo de incendio o explosión por aumento de flujo, trabajos deficientes de soldaduras, por golpes externos	**B**	F3	C2	**Nodo 5.** Estaciones de Medición y Regulación para el suministro de usuarios del Sistema de Transporte de Gas Natural Energía Mayakan Unificado	Gas natural
5.9, 5.13		Corrosión externa debido al efecto de la intemperie o movimiento de los ductos, a H_2S, CO_2, incendio forestal ocasionando fugas	**B**	F2	C3		

V. Análisis cuantitativo de riesgo.

A. Análisis de frecuencias.

Para aquellos escenarios de riesgo identificados dentro de las regiones de riesgo **ALARP** y no tolerable y para algunos que son de interés particular se realizó un análisis detallado de frecuencias. La metodología seleccionada para este análisis fue el árbol de fallas por ser considerara pertinente y aplicable, de conformidad con las características del sistema de transporte.

El árbol de fallas se utiliza para cuantificar las consecuencias de un accidente. Un árbol de sucesos refleja los posibles caminos de éxito y de fracaso en el tratamiento de la secuencia accidental que deriva de un suceso iniciador determinado, como el paro indeseado de un proceso. Esto se realiza conociendo al iniciador del evento. Este análisis considera que el operador y el responsable del sistema de seguridad están fuera al iniciarse algún evento. El resultado de este análisis es un conjunto secuencial de fallas y errores que definen todas las posibles salidas de un incidente.

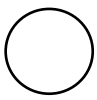
Metodología de árbol de fallas.

El análisis de árbol de fallas (**FTA**, por sus siglas en inglés, *Fault Tree Analysis*) es una herramienta gráfica para explorar las causas de fallas a nivel del sistema. Utiliza lógica booleana para combinar una serie de eventos de nivel inferior y es básicamente un enfoque de arriba hacia abajo para identificar las fallas de nivel de componente (evento básico) que causan que ocurra la falla de nivel del sistema (evento superior). El análisis del árbol de fallas consta de dos elementos "eventos" y "puertas lógicas" que conectan los eventos para identificar la causa del evento superior no deseado.

El análisis del árbol de fallas se puede utilizar para realizar todo tipo de procesos de evaluación de riesgos a nivel del sistema. El propósito del **FTA** es identificar de manera efectiva la(s) causa(s) de falla del sistema y mitigar los riesgos antes de que ocurra. Esta es una herramienta invaluable para sistemas complejos que muestra visualmente la forma lógica de identificar el problema. Además, la eficiencia del sistema se puede lograr mediante este análisis.

El árbol de fallas utiliza puertas lógicas para realizar el análisis. Existen numerosos símbolos en el **FTA**, pero estos se dividen en dos categorías, símbolos de evento y símbolos de puerta.

Tabla 16. Símbolos de eventos en FTA.

No.	Símbolo de evento	Descripción
1		Evento primario o básico de falla. Es un evento aleatorio y hay suficientes datos disponibles

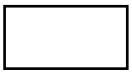
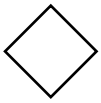
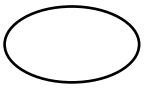
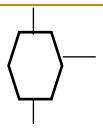
No.	Símbolo de evento	Descripción
2		Estado del evento del sistema, subsistema o componente.
3		Fallo secundario o evento en desarrollo, se puede explorar más a fondo.
4		Evento condicional y está asociado con la ocurrencia de algún otro evento
5		Evento de la casa que representa la ocurrencia o no ocurrencia de un evento.
6	entrada  salida	Transferir entradas y salidas de símbolos utilizados para replicar una rama o subárbol del FTA.

Tabla 17. Símbolos de puertas en el FTA.

No.	Símbolo de evento	Descripción
1	Puerta final 	El evento de salida ocurre cuando ocurren todos los eventos de entrada.
2	Puerta 	El evento de salida ocurre cuando ocurre al menos uno de los eventos de entrada
3	Prioridad y Puerta 	El evento de salida ocurre cuando todos los eventos de entrada ocurren en el orden de izquierda a derecha.
4	Exclusivo o Puerta 	El evento de salida ocurre si ocurre alguno de los dos eventos de entrada, pero no ambos.
5	Inhibir Puerta 	El evento de salida ocurre cuando ocurre el evento de entrada y se cumplen las condiciones satisfactoriamente.

A.1.1. Procedimiento.

- Definir la falla principal que se analizará, en otras palabras, identificar el evento superior no deseado.

- Identificar los contribuyentes de primer nivel que están justo por debajo del nivel superior utilizando la información técnica disponible.
- Vincular estos contribuyentes al evento de nivel superior mediante el uso de puertas lógicas (puertas Y, O) y, también, ver la relación de modo que ayude a identificar la puerta lógica apropiada.
- Identificar los contribuyentes de segundo nivel y vincularlos a la parte superior mediante el uso de puertas lógicas.
- Identificar el conjunto de cortes mínimo.
- Repita los mismos pasos hasta las causas básicas.
- Finalmente completar y evaluar el **FTA**.
- Calcular la probabilidad de ocurrencia de elementos de nivel más bajo y también medir las probabilidades de abajo hacia arriba.

A.1.2. Análisis cuantitativo del árbol de fallas.

El evento superior indeseable ocurre si uno o más de los conjuntos de cortes mínimos sucede, por lo tanto, el objetivo principal es identificar los conjuntos de cortes mínimos. Además, si todos los cortes mínimos son independientes entre sí, entonces podríamos calcular la probabilidad del evento superior indeseable.

El suceso top, **INCENDIO O EXPLOSIÓN,** puede ser producido solo por uno de los sucesos intermedios, los cuales son las entradas de la puerta A, entonces las combinaciones de acuerdo a lo establecido en el árbol de fallos y errores son las siguientes.

ÁRBOL A

$$P(A) = P(B) * P(C)$$

Siguiendo en el árbol las puertas B y C se subdividen en árboles por lo tanto vamos analizar el ramal o el subárbol de la puerta B.

SUBÁRBOL B

Combinaciones de los sucesos básicos que pertenecen a la Puerta (B):

$$P(B) = P(D) + P(E)$$

PUERTA D

$$P(D) = \Pi_{j}^{k=1}(P_j(t))$$

PUERTA E

$$P(E) = \Pi_{j}^{k=1}(P_j(t))$$

Donde:

Pj = es la probabilidad de falla del conjunto de cortes mínimos.

PUERTA C

P(C) = Probabilidad n

A.1.3. Sucesos de análisis de árbol de fallas.

SUCESO_1. Fuga de gas natural por ruptura total o parcial del alguno de los ductos del punto de interconexión de 36” X 48” Ø Cactus - San Fernando, 30” Ø de Centro Procesador de Gas Nuevo Pemex, de 24” Ø de Centro Procesador de Gas Ciudad Pemex, Sección I de 36” Ø; del Sistema de Transporte, Sección II de 30” Ø, Sección III de 24” Ø y 20” Ø, Sección IV de 24” Ø y 22” Ø, Sección V de 16” Ø y 16” Ø, Sección VI de 24” Ø y 16” Ø; interconexión de los ramales de usuarios ducto 10” Ø de CFE CC Campeche, ducto 4” Ø de GNC, ducto 10” Ø de Mérida West, ducto 4” Ø de Clúster Mérida y ducto 4” Ø de Pollos.

SUCESO_2. Fuga de gas natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición en alguna de las siguientes estaciones: EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID IV, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR MERIDA WEST, EMR CLÚSTER MERIDA, EMR ENGIE INDUSTRIAL, EMR CFE MERIDA IV, EMR CFE MERIDA III, EMR CFE MERIDA II, EMR GNC, EMR CFE CC Campeche; válvula de 20” Φ del compresor de la CS2, válvula de 18” Φ del compresor de la CS1, brida de 20” Φ medición de la EM3, brida de 24” Φ medición de la EM2 y brida de 10” Φ medición de la EM Cactus.

Para que se produzca esta fuga de gas natural inaceptable y subsiguiente estallido e incendio, es necesario que se presenten dos sucesos simultáneamente:

- Que haya fallado la salvaguarda (Sistema Scada, Válvula de corte manual), y
- Falla de la tubería y accesorio de conexión por deficiencias en el diseño, construcción o materiales, errores humanos, daño por terceros o deficiencias por falta de mantenimiento.

A continuación, se presentan las probabilidades de falla para cada uno de los sucesos planteados.

Tabla 18. Frecuencias de fallas para los sucesos del Suceso 1.

No.	Evento de falla	Probabilidad
1	Inundación lluvia torrencial	1.40E-02

No.	Evento de falla	Probabilidad
2	Incendio forestal cerca de la instalación	1.00E-04
3	Golpe con maquinaria pesada	3.00E-03
4	Impacto de algún vehículo en instalaciones superficiales	2.00E-07
5	Error humano/Omisión de aplicación de procedimientos	1.00E-03
6	Daños por terceros	2.00E-03
7	Deficiencias de mantenimiento e inspección	1.0E-03
8	Falla de sistema básico de procesos (Sistema de Control Automatizado)	1.0E-05
9	Deficiencia de diseño y construcción/falla de materiales	2.0E-03
10	Deficiencia de la integridad mecánica de equipos	1.00E-02
11	Falla de soldadura en accesorios y tuberías	1.0E-03
12	Falta de mantenimiento del recubrimiento anticorrosivo	1.00E-03
13	Falta de inspecciones de seguridad (integridad mecánica)	3.0E-03
14	Intemperismo extremo	1.00E-02
15	Fragilidad de materiales por arrastre de impurezas (integridad mecánica)	1.00E-03
16	Pérdida de material por aumento de corrosión tipo pitting	1.00E-02
17	Falla de válvula de regulación de presión	1.30E-03
18	Falla de válvulas de seccionamiento (MLVs)	1.00E-03
	Fallas geológicas/deslizamiento/derrumbe/temblor/hundimiento	

Fuente: Guidelines for Process Equipment Realibility Data with Data Tablas, AICHE, 1998

Tabla 19. Solución de puertas del árbol de fallas para los sucesos del Suceso 1

<table>
<tr><td colspan="6">SUCESO I. Fuga de gas natural por ruptura total o parcial de alguno de los ductos de interconexión de 36” Ø San Fernando, 30” Ø de Centro Procesador de Gas Nuevo Pemex, de 24” Ø de Centro Procesador de Gas Ciudad Pemex, Sección I de 36” Ø; del Sistema de Transporte de la Sección II de 30” Ø, Sección III de 24” Ø y 20” Ø, Sección IV de 24” Ø y 22” Ø, Sección V de 16” Ø y 16” Ø, Sección VI de 24” Ø y 16” Ø; interconexión de los ramales de usuarios ducto 10” Ø de CFE CC Campeche, ducto 4” Ø de GNC, ducto 10” Ø de Mérida West, ducto 4” Ø de Clúster Mérida y ducto 4” Ø de Pollos.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Falla Mecánica</td><td rowspan="3">9.09E-05</td></tr>
<tr><td colspan="4">Evento extra-operacional</td><td rowspan="2">4.52E-02</td></tr>
<tr><td>Inundación lluvia torrencial</td><td>1.40E-02</td><td>Evento extra-operacional</td><td>5.24E-02</td></tr>
</table>

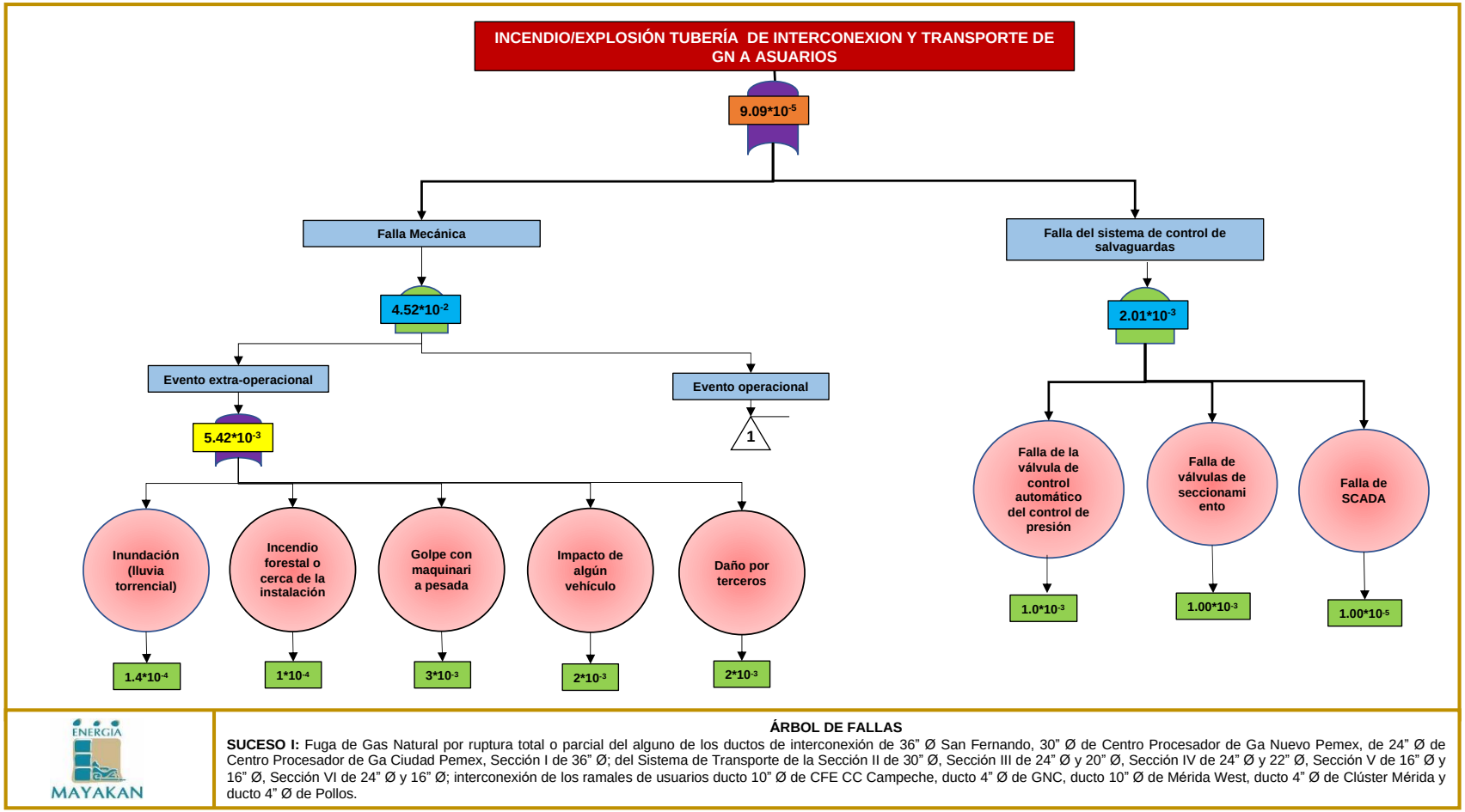
SUCESO I. Fuga de gas natural por ruptura total o parcial de alguno de los ductos de interconexión de 36" Ø San Fernando, 30" Ø de Centro Procesador de Gas Nuevo Pemex, de 24" Ø de Centro Procesador de Gas Ciudad Pemex, Sección I de 36" Ø; del Sistema de Transporte de la Sección II de 30" Ø, Sección III de 24" Ø y 20" Ø, Sección IV de 24" Ø y 22" Ø, Sección V de 16" Ø y 16" Ø, Sección VI de 24" Ø y 16" Ø; interconexión de los ramales de usuarios ducto 10" Ø de CFE CC Campeche, ducto 4" Ø de GNC, ducto 10" Ø de Mérida West, ducto 4" Ø de Clúster Mérida y ducto 4" Ø de Pollos.

Incendio forestal cerca de la instalación	**1.00E-04**				
Daños por terceros	**2.00E-03**				
Golpe con maquinaria pesada	**3.00E-03**				
Impacto de algún vehículo en instalaciones superficiales	**2.00E-07**				
Evento Operacional					
Deficiencia de diseño y construcción/falla de materiales	**2.0E-03**	**Diseño**	**2.50E-03**	**4.0E-02**	
Deficiencia de integridad mecánica de equipos	**1.00E-02**	**Integridad mecánica**	**1.01E-02**		
Falla de soldadura en accesorios y tuberías	**1.0E-03**				
Falta de mantenimiento del recubrimiento anticorrosivo	**1.00E-03**	**Corrosión externa**	**1.70E-02**		
Falta de inspecciones de seguridad (integridad mecánica)	**3.0E-03**				
Intemperismo extremo	**1.00E-02**				
Fragilidad de materiales por arrastre de impurezas (integridad mecánica)	**1.00E-03**	**Corrosión interna**	**1.10E-02**		
Pérdida de material por aumento de corrosión tipo Pitting	**1.00E-02**				
Aplicación deficiente del mantenimiento	**1.0E-03**	**Mantenimiento**	**3.72E-03**		
Error humano/Omisión de aplicación de procedimientos	**1.00E-03**	**Error humano**	**1.00E-03**		
Falla del control de salvaguardas					
Falla de Control					**2.01E-03**
Falla de SCADA	**1.00E-05**	**Falla de control**	**2.01E-03**		
Falla de la válvula de regulación de presión	**1.0E-03**				

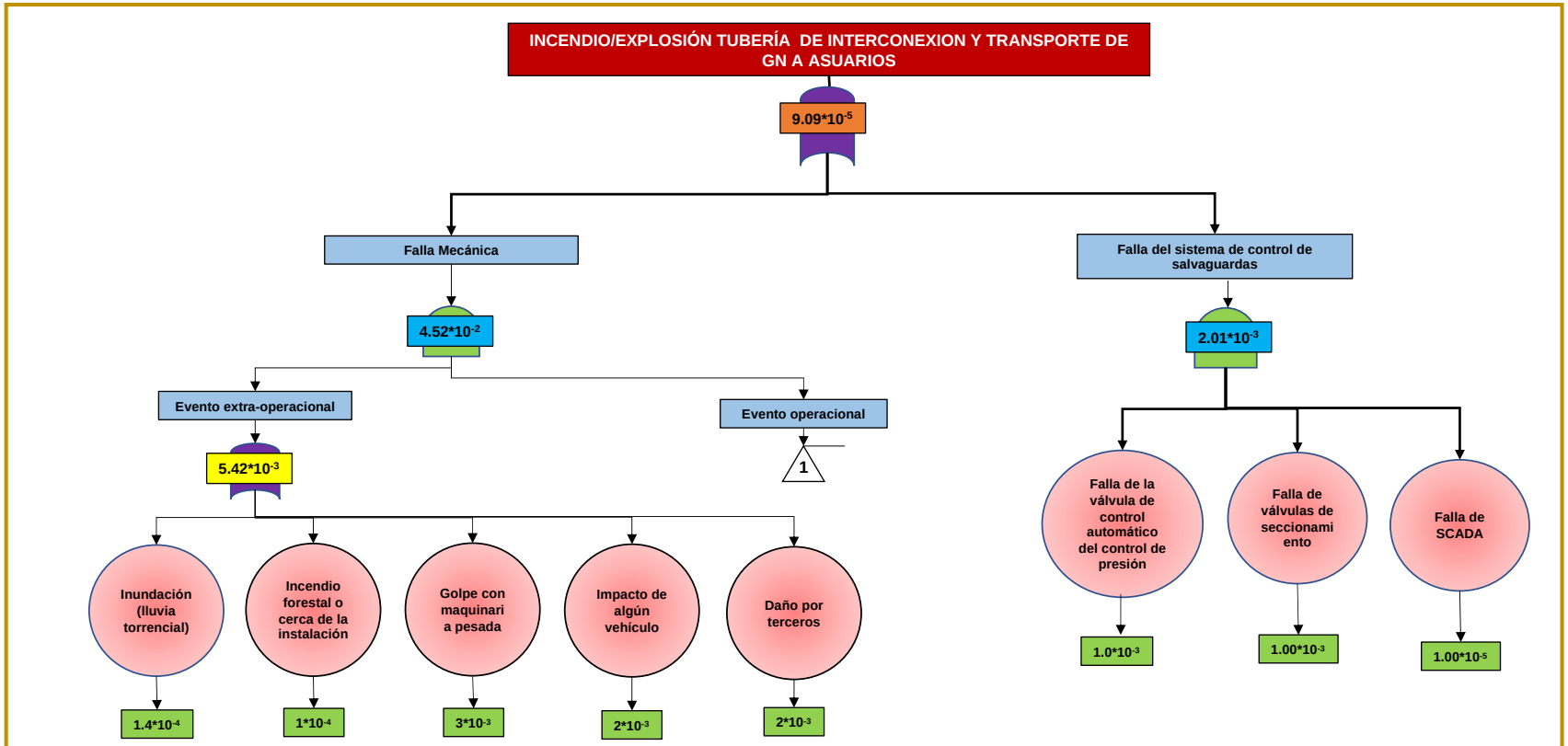
SUCESO I. Fuga de gas natural por ruptura total o parcial de alguno de los ductos de interconexión de 36” Ø San Fernando, 30” Ø de Centro Procesador de Gas Nuevo Pemex, de 24” Ø de Centro Procesador de Gas Ciudad Pemex, Sección I de 36” Ø; del Sistema de Transporte de la Sección II de 30” Ø, Sección III de 24” Ø y 20” Ø, Sección IV de 24” Ø y 22” Ø, Sección V de 16” Ø y 16” Ø, Sección VI de 24” Ø y 16” Ø; interconexión de los ramales de usuarios ducto 10” Ø de CFE CC Campeche, ducto 4” Ø de GNC, ducto 10” Ø de Mérida West, ducto 4” Ø de Clúster Mérida y ducto 4” Ø de Pollos.					
Falla de válvulas de seccionamiento (MLVs)	**1.00E-03**				

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de árbol de fallas

Figura 2. Árbol de fallas del evento 1.



Continuación Figura 2.



ÁRBOL DE FALLAS

SUCESO I: Fuga de Gas Natural por ruptura total o parcial del alguno de los ductos de interconexión de 36" Ø San Fernando, 30" Ø de Centro Procesador de Ga Nuevo Pemex, de 24" Ø de Centro Procesador de Ga Ciudad Pemex, Sección I de 36" Ø; del Sistema de Transporte de la Sección II de 30" Ø, Sección III de 24" Ø y 20" Ø, Sección IV de 24" Ø y 22" Ø, Sección V de 16" Ø y 16" Ø, Sección VI de 24" Ø y 16" Ø; interconexión de los ramales de usuarios ducto 10" Ø de CFE CC Campeche, ducto 4" Ø de GNC, ducto 10" Ø de Mérida West, ducto 4" Ø de Clúster Mérida y ducto 4" Ø de Pollos.

Tabla 20. Frecuencias de fallas para los sucesos del Suceso 2.

No.	Evento de falla	Probabilidad
1	Fallo de válvula de control automático	1.31E-05
2	Fallo de indicador de presión	2.51E-02
3	Fallo de válvula de control de flujo	2.12E-04
4	Fallo de válvula de alta presión (Slam Shut)	1.19E-03
5	Fallo del Transmisor indicador de presión	2.51E-02
6	Deficiencia de diseño y construcción/falla de materiales	2.50E-03
7	Deficiencia de la integridad mecánica de equipos	1.00E-02
8	Falla de soldadura en accesorios y tuberías	9.64E-05
9	Falta de mantenimiento del recubrimiento anticorrosivo	1.00E-03
10	Falta de inspecciones de seguridad (integridad mecánica)	3.70E-03
11	Intemperismo extremo	1.00E-02
12	Fragilidad de materiales por arrastre de impurezas (integridad mecánica)	1.00E-03
13	Pérdida de material por aumento de corrosión tipo pitting	1.00E-02
14	Deficiencias de mantenimiento e inspección	3.70E-03
15	Error humano/Omisión de aplicación de procedimientos	1.00E-03
16	Inundación lluvia torrencial	1.40E-04
17	Incendio forestal cerca de la instalación	1.00E-04
18	Golpe con maquinaria pesada	3.00E-03
19	Impacto de algún vehículo en instalaciones superficiales	2.00E-07
20	Falla del generador de emergencia	7.36E-02

Fuente: Guidelines for Process Equipment Realibility Data with Data Tablas, AICHE, 1998

Tabla 21. Solución de puertas del árbol de fallas para los sucesos del evento 2.

SUCESO_2. Fuga de gas natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR MERIDA WEST, EMR CLÚSTER MERIDA, EMR ENGIE INDUSTRIAL, EMR CFE MERIDA IV, EMR CFE MERIDA III, EMR CFE MERIDA II, EMR GNC, EMR CFE CC Campeche; válvula de 20" Φ del compresor de la CS2, válvula de 18" Φ del compresor de la CS1, brida de 20" Φ medición de la EM3, brida de 24" Φ medición de la EM2 y brida de 10" Φ medición de la EM Cactus.					
Falla Mecánica					**6.92E-03**
Evento extra-operacional				**6.01E-02**	
Inundación lluvia torrencial	**1.40E-02**	**Evento extra-operacional**	**1.71E-02**		
Incendio forestal cerca de la instalación	**1.00E-04**				
Golpe con maquinaria pesada	**3.00E-03**				
Impacto de algún vehículo en instalaciones superficiales	**2.00E-07**				
Evento Operacional					
Deficiencia de diseño y construcción/falla de materiales	**2.50E-03**	**Diseño**	**2.50E-03**		
Deficiencia de la integridad mecánica de equipos	**1.00E-02**	**Integridad mecánica**	**1.01E-02**		
Falta de mantenimiento del recubrimiento anticorrosivo	**9.64E-05**				
Falta de soldadura en accesorios y tuberías	**1.00E-03**	**Corrosión externa**	**1.47E-02**		
Falta de inspecciones de seguridad (integridad mecánica)	**3.70E-03**				
Intemperismo extremo	**1.00E-02**				
Fragilidad de materiales por arrastre de impurezas (integridad mecánica)	**1.00E-03**	**Corrosión interna**	**1.10E-02**		
Pérdida de material por aumento de corrosión tipo pitting	**1.00E-02**				
Deficiencias de mantenimiento e inspección	**3.70E-03**	**Mantenimiento**	**3.70E-03**		
Error humano/Omisión de aplicación de procedimientos	**1.00E-03**	**Error humano**	**1.00E-03**		
Falla del control de salvaguardas					
Falla de Control				**1.15E-01**	
Falla de válvula de control automático	**1.31E-05**	**Falla de control**	**4.16E-02**		
Falla de paro de emergencia	**2.51E-02**				

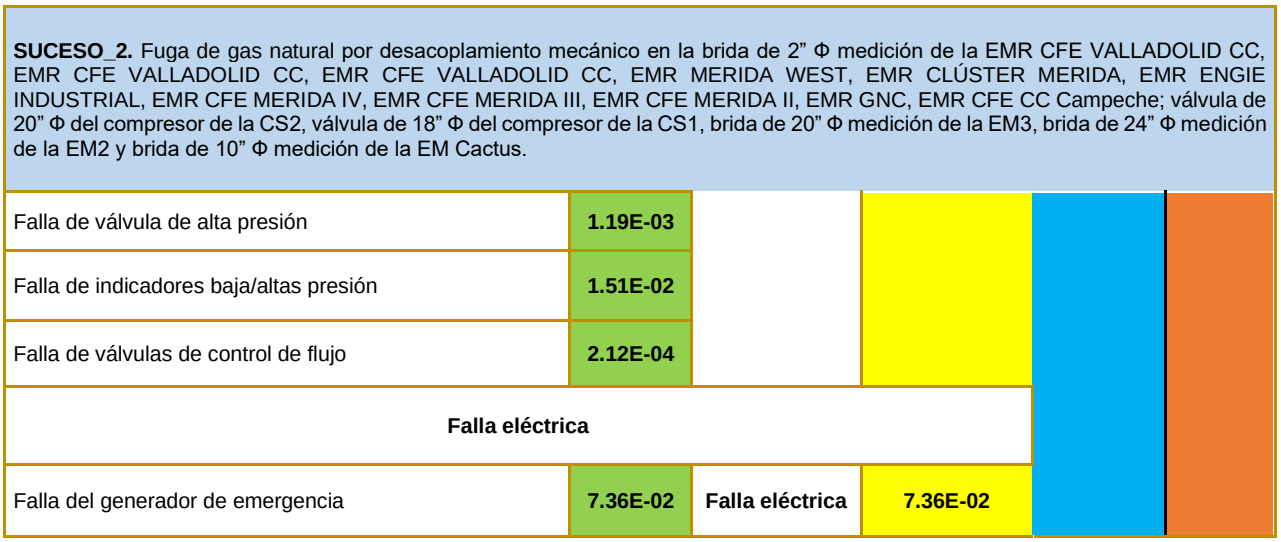
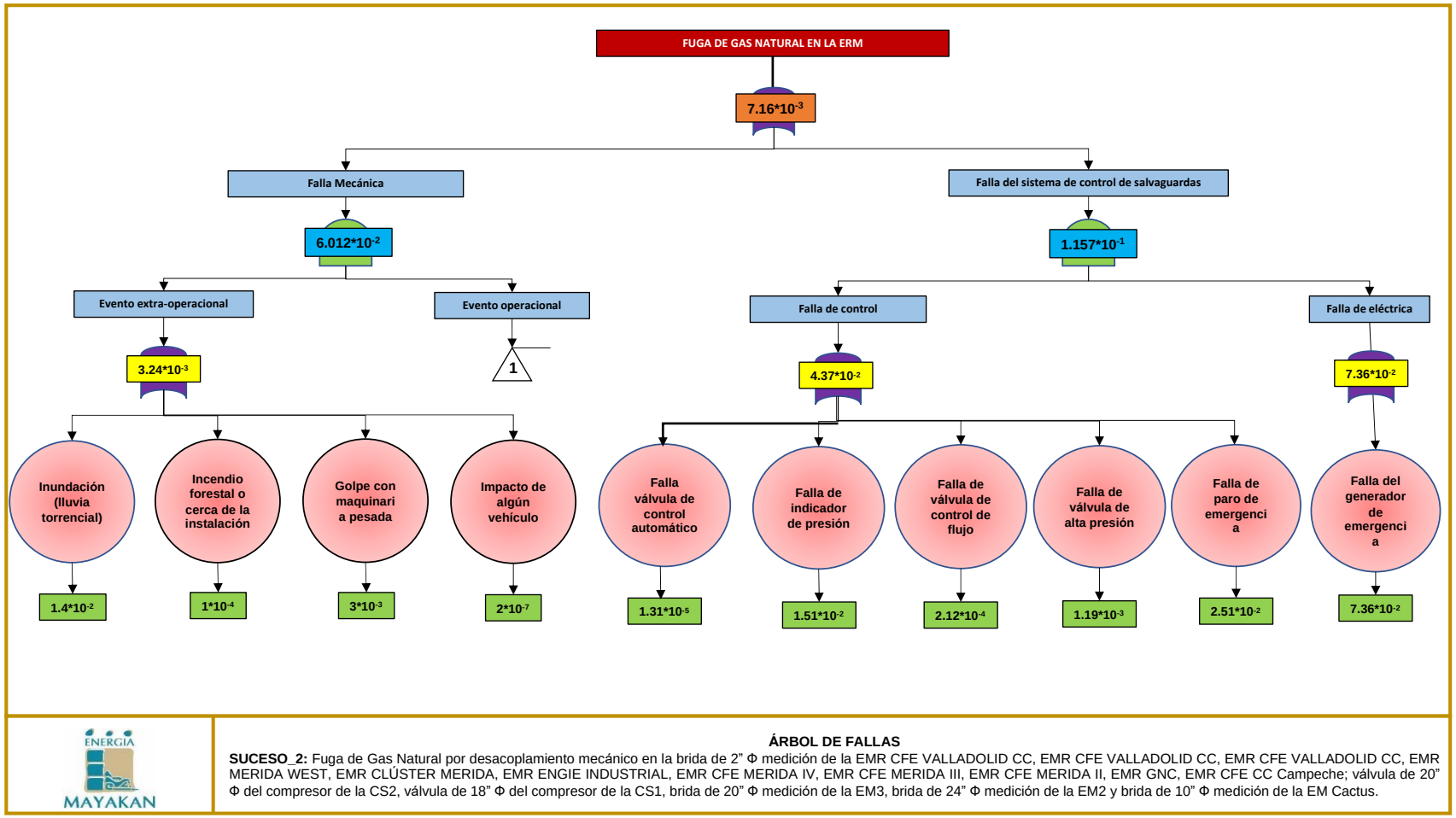


Tabla 22. Resultados de la solución de árboles de falla para los eventos planteados.

Suceso	Descripción	Resultado	Probabilidad de ocurrencia	Elementos que contribuyen
1	Fuga de gas natural por ruptura total o parcial de alguno de los ductos de interconexión de 36” Ø San Fernando, 30” Ø de Centro Procesador de Gas Nuevo Pemex, de 24” Ø de Centro Procesador de Gas Ciudad Pemex, Sección I de 36” Ø; del Sistema de Transporte de la Sección II de 30” Ø, Sección III de 24” Ø y 20” Ø, Sección IV de 24” Ø y 22” Ø, Sección V de 16” Ø y 16” Ø, Sección VI de 24” Ø y 16” Ø; interconexión de los ramales de usuarios ducto 10” Ø de CFE CC Campeche, ducto 4” Ø de GNC, ducto 10” Ø de Mérida West, ducto 4” Ø de Clúster Mérida y ducto 4” Ø de Pollos.	9.09E-05	0.0000909	Todos los elementos son contribuyentes
2	Fuga de gas natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR MERIDA WEST, EMR CLÚSTER MERIDA, EMR ENGIE INDUSTRIAL, EMR CFE MERIDA IV, EMR CFE MERIDA III, EMR CFE MERIDA II, EMR GNC, EMR CFE CC Campeche; válvula de 20” Φ del compresor de la CS2, válvula de 18” Φ del compresor de la CS1, brida de 20” Φ medición de la EM3, brida de 24” Φ medición de la EM2 y brida de 10” Φ medición de la EM Cactus.	7.16-03	0.00716	

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de árbol de fallas

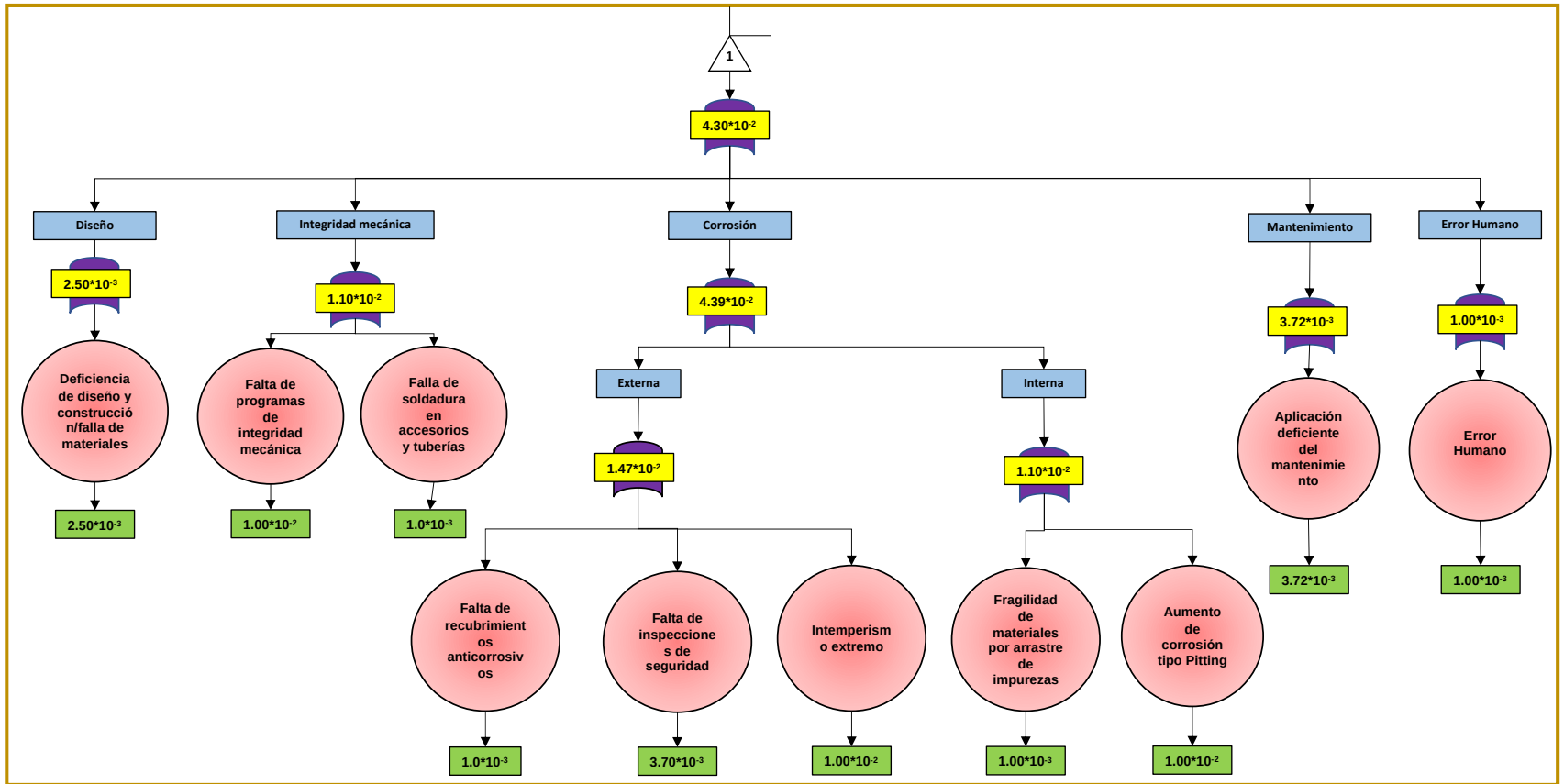
Figura 3. Árbol de fallas del evento 2.



ÁRBOL DE FALLAS

SUCESO_2: Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR MERIDA WEST, EMR CLÚSTER MERIDA, EMR ENGIE INDUSTRIAL, EMR CFE MERIDA IV, EMR CFE MERIDA III, EMR CFE MERIDA II, EMR GNC, EMR CFE CC Campeche; válvula de 20" Φ del compresor de la CS2, válvula de 18" Φ del compresor de la CS1, brida de 20" Φ medición de la EM3, brida de 24" Φ medición de la EM2 y brida de 10" Φ medición de la EM Cactus.

Continuación Figura 3.



ÁRBOL DE FALLAS

SUCESO_2: Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR MERIDA WEST, EMR CLÚSTER MERIDA, EMR ENGIE INDUSTRIAL, EMR CFE MERIDA IV, EMR CFE MERIDA III, EMR CFE MERIDA II, EMR GNC, EMR CFE CC Campeche; válvula de 20" Φ del compresor de la CS2, válvula de 18" Φ del compresor de la CS1, brida de 20" Φ medición de la EM3, brida de 24" Φ medición de la EM2 y brida de 10" Φ medición de la EM Cactus.

La tabla siguiente se obtuvo de los lineamientos para realizar un Análisis de Riesgo de Proceso, Análisis de Riesgo de Ductos y Análisis de Riesgo de Seguridad Física, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios (COMERI-144). Esta tabla muestra la calificación inicial de riesgos y primera etapa de cuantificación como correlación entre la frecuencia y las consecuencias, además de que en su contenido se encuentran los valores con significado para la organización y apoyo en la toma de decisiones. En este sentido, el análisis debe contener los criterios establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 23. Criterios de categoría, descripción y frecuencia en una matriz de riesgos según COMERI.

Categoría	Descripción de frecuencia ocurrida	Frecuencia/año
F6: Muy frecuente	Ocurre una o más veces en un año	>1
F5: Frecuente	Ocurre una o más veces en un período de entre 1 y 5 años	>0.2 a 1
F4: Poco frecuente	Ocurre una o más veces en un período de entre 5 y 10 años	0.1 a 0.2
F3: Raro	Ocurre en una vez en un período mayor a 10 años	0.01 a 0.1
F2: Muy raro	Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta	0.001 a 0.01
F1: Extremadamente raro	Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro	0.0001 a 0.001

Fuente: Lineamientos para realizar Análisis de Riesgo de Proceso, Análisis de Riesgo de Ductos y Análisis de Riesgo de Seguridad Física, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios (COMERI-144)

A continuación, se jerarquizan los eventos de acuerdo con los índices de frecuencias obtenidos.

Tabla 24. Valores de frecuencia de los eventos.

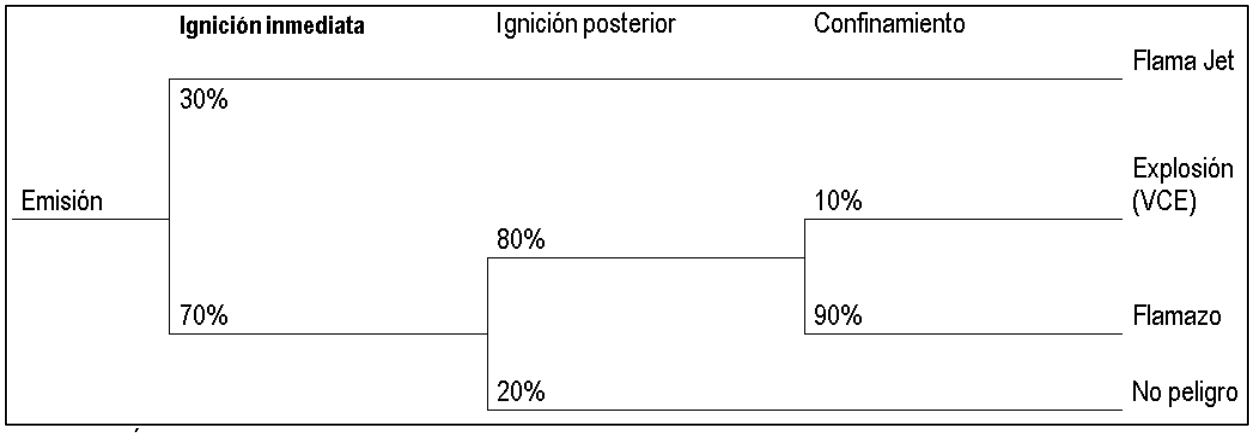
Evento	Descripción	Resultado	Probabilidad de ocurrencia	Elementos que contribuyen
EVE_1	Fuga de Gas Natural por ruptura total o parcial del alguno de los ductos de interconexión de 36” Ø San Fernando, 30” Ø de Centro Procesador de Ga Nuevo Pemex, de 24” Ø de Centro Procesador de Ga Ciudad Pemex, Sección I de 36” Ø; del Sistema de Transporte de la Sección II de 30” Ø, Sección III de 24” Ø y 20” Ø, Sección IV de 24” Ø y 22” Ø, Sección V de 16” Ø y 16” Ø, Sección VI de 24” Ø y 16” Ø; interconexión de los ramales de usuarios ducto 10” Ø de CFE CC Campeche, ducto 4” Ø de GNC, ducto 10” Ø de Mérida West, ducto 4” Ø de Clúster Mérida y ducto 4” Ø de Pollos.	9.09E-05	0.0000909	F1: Extremadamente raro
EVE_2	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR CFE VALLADOLID CC, EMR MERIDA WEST, EMR CLÚSTER MERIDA, EMR ENGIE INDUSTRIAL, EMR CFE MERIDA IV, EMR CFE MERIDA III, EMR CFE MERIDA II, EMR GNC, EMR CFE CC Campeche; válvula de 20” Φ del compresor de la CS2, válvula de 18” Φ del compresor de la CS1, brida de 20” Φ medición de la EM3, brida de 24” Φ medición de la EM2 y brida de 10” Φ medición de la EM Cactus.	7.16-03	0.00716	F2: Muy raro

De acuerdo con el análisis de frecuencias, sus probabilidades de fallo en los equipos y elementos analizados, se muestran los siguientes resultados:

- El evento de fuga con incendio y/o explosión de gas natural del suceso 1 en la interconexión de gasoductos, en el sistema de transporte e interconexión en los ramales tiene una tasa de falla (fÉ) de 0.0000909, es decir, un 0.000909% de probabilidad de ocurrencia. Este resultado se puede interpretar como que de cada 100,000 situaciones en que se presenta el evento, la fuga se dará en 9 ocasiones. Por tanto, es **categorizado como extremadamente raro**.
- El evento de fuga con incendio y/o explosión de gas natural del suceso 2 en la ERM del sistema de transporte de gas natural tiene una tasa de falla (fÉ) de 0.00716, es decir, un 0.716% de probabilidad de ocurrencia. Esto se puede interpretar como que de cada 1,000 situaciones en que se presenta el evento, la fuga se dará en 7 ocasiones. Por tanto, es **categorizado como muy raro**.

Una vez dado el incidente de fuga y mediante el estudio y análisis de varios casos de fugas de gas natural en ductos (Ref.: (Mathurkar H.N., Gupta A)[4], se llegó a la conclusión que el gas natural emitido puede desencadenar una serie de eventos, los cuales se describen con sus probabilidades en la siguiente figura.

Figura 4. Árbol de eventos derivados de una fuga de gas.



Fuente: Mathurkar H.N., Gupta A, National Environmental Engineering Research Institute (NEERI), Nagpur, India

En cuanto a la frecuencia de las fallas, se realizó un análisis en la Universidad di Padova en Italia[5] con datos de 1970 a 2007, donde se encontró que sólo el 13% de los casos son rupturas catastróficas. El 87% restante son resultado de grietas u orificios. Tomando en cuenta la frecuencia de la ruptura de los ductos de 1997 a 2007 se tienen los siguientes datos de frecuencia para los eventos.

[4] Cross-country Pipeline Safety Assessment Mathurkar H.N., Gupta A, National Environmental Engineering Research Institute (NEERI), Nagpur, India

[5] Risk Analysis of Natural Gas Pipeline: Case Study of a Generic Pipeline, Chiara Vianello*, Giuseppe Maschio, Università di Padova, DIPIC – Dip. di Principi e Impianti Chimici di Ingneria Chimica Via Marzolo 9 – 35131 Padova, Italy chiara.vianello@unipd.it

Tabla 25. Frecuencia de ruptura de ductos.

Tipo de falla	Frecuencia de falla
Ruptura Catastrófica	4.84E-05 evento/km*año
Fuga por grieta u orificios	3.24E-04 evento/km*año

Fuente: Chiara Vianello*, Giuseppe Maschio, Università di Padova

B. Análisis de consecuencias.

B.1. Desarrollo de la metodología.

Debido a que los algoritmos físico-químicos que simulan el comportamiento de la difusión de las sustancias en el ambiente (aire, agua o suelo), así como la evaluación de los efectos físicos derivados de las consecuencias de ésta (radiación térmica, sobrepresión y nube explosiva), son de gran complejidad, se hace necesario el uso de modelos matemáticos computarizados. En este caso en específico se realizaron las simulaciones mediante el software **SCRI-FUEGO** Versión 2 (Herramienta Computacional de Análisis de Riesgos de Proceso), aceptado por la Agencia de Protección Ambiental (**EPA**), la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (**OSHA**) y la **ASEA** de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**).

El desarrollo del análisis de consecuencias se realizó de acuerdo a los requerimientos, formatos y consideraciones mencionadas en Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, cumpliéndose y justificándose cada parámetro, valor o información incluida en los requerimientos del simulador **SCRI-FUEGO** Versión 2.

Tabla 26. Lista de sustancias manejadas en el análisis de consecuencias.

Sustancia	No. CAS	
Gas Natural	Metano 74-82-8	Etano 74-84-0

Fuente: Elaboración propia, con datos de la Hoja de seguridad

Las mezclas a ingresarse al simulador cumplen con lo señalado en el documento Guías Técnicas para realizar Análisis de Riesgo de Proceso PEMEX-SASIPA-SI, donde se menciona que por ningún motivo se debe simular eventos donde se ingresen sustancias puras, para este caso se determinaron mediante información proporcionada por **PEMEX**.

Tabla 27. Composición de las sustancias modeladas.

Composición del gas natural	Formula	% Mol	Unidades NOM-001-SECRE-2010
Metano	CH4	84.874779	% mol
Etano	C2H6	8.05867	% mol
Propano	C3H8	0.237327	% mol
I-Butano	C4H10	0.006869	% mol
N-Butano	C4H10	0.014255	% mol
I-Pentano	C5H12	0.002238	% mol
N-Pentano	C5H12	0.002267	% mol
N-Hexano	C6H14	0.001343	% mol
Nitrógeno	N2	5.481664	% mol
Dióxido de carbono	CO2	1.242825	% mol
Oxígeno	O2	0.07166	% mol

Fuente: NOM-001-SECRE-2010

B.2. Evaluación de variables meteorológicas y estabilidad Pasquill.

Para el comportamiento en la dispersión de las sustancias liberadas, la **ASEA** de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**) recomienda la estabilidad F (Según Pasquill), asociada a una velocidad promedio de viento de m/s, por lo que se realizó un estudio de valores promedio de las variables meteorológicas (temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad del viento, y nubosidad) en el último año. Los datos climáticos fueron obtenidos de la estación climatológica con datos más cercana al área de estudio.

Tabla 28. Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio (metros sobre el nivel del mar = msnm).

Sección del Proyecto	Estación	No.	Municipio y estado	Latitud (N)	Longitud (W)	Altura (msnm)
I	Santa Cruz	7153	Reforma, Chiapas	17° 48’ 00”	93° 09’ 36”	30
	Reforma I	7138	Reforma, Chiapas	17° 52’ 00”	93° 08’ 00”	20
II	Aquiles Serdán	27071	Macuspana, Tabasco	17° 48’ 15”	92° 29’ 00”	11
III	Teptitán	27048	Macuspana, Tabasco	17° 49’ 12”	92° 22’ 24”	7
	Emiliano Zapata	27012	Emiliano Zapata, Tabasco	17° 44’ 31”	91° 45’ 47”	26
	Playas de Catazajá	7022	Catazajá, Chiapas	17° 43’ 42”	92° 00’ 56”	10
	Palenque (DGE)	7126	Palenque, Chiapas	17° 34’ 00”	91° 59’ 00”	60
	Molino Chumpán	4056	Palizada, Campeche	17° 56’ 20”	91° 44’ 10”	10
	Vista Alegre	4079	Carmen, Campeche	18° 02’ 36”	91° 39’ 27”	10
	Entre Hermanos	4083	Carmen, Campeche	18° 27’ 25”	91° 08’ 31”	40
	Mamantel	4057	Carmen, Campeche	18° 31’ 29”	91° 05’ 21”	12

Sección del Proyecto	Estación	No.	Municipio y estado	Latitud (N)	Longitud (W)	Altura (msnm)
	San Isidro	4030	Carmen, Campeche	18° 37' 54"	91° 03' 01"	10
	Chicbul	4054	Carmen, Campeche	18° 46' 41"	90° 55' 21"	25
	Pixoyal (DGE)	4026	Champotón, Campeche	18° 56' 03"	90° 35' 56"	40
IV	Canasayab	4052	Champotón, Campeche	19° 17' 40"	90° 34' 33"	37
	Champotón (SMN)	4008	Champotón, Campeche	19° 21' 00"	90° 43' 00"	10
	Siho Chac	4072	Champotón, Campeche	19° 30' 20"	90° 35' 03"	15
	China	4068	Campeche, Campeche	19° 40' 23"	90° 28' 25"	10
	Campeche (DGE)	4038	Campeche, Campeche	19° 50' 32"	90° 31' 54"	10
	Santa Cristina	4053	Campeche, Campeche	19° 48' 55"	90° 22' 52"	10
	Tinum	4059	Tenabo, Campeche	19° 57' 41"	90° 13' 40"	50
	Canki	4075	Tenabo, Campeche	19° 59' 17"	90° 07' 04"	50
	Tenabo (SMN)	4032	Tenabo, Campeche	20° 02' 00"	90° 14' 00"	7
	Pomuch	4085	Hecelchakan, Campeche	20° 08' 13"	90° 10' 29"	10
	Hecelchakán (DGE)	4011	Hecelchakan, Campeche	20° 11' 00"	90° 08' 00"	15
	Hecelchakán (SMN)	4043	Hecelchakan, Campeche	20° 11' 50"	90° 07' 20"	50
	Dzitbalche	4070	Calkini, Campeche	20° 19' 17"	90° 03' 32"	30
	Calkiní (SMN)	4002	Calkini, Campeche	20° 21' 36"	90° 03' 15"	15
	Calkiní (DGE)	4067	Calkini, Campeche	20° 22' 26"	90° 03' 08"	15
	Nunkini	4065	Calkini, Campeche	20° 23' 15"	90° 08' 35"	25
	Becal	4064	Calkini, Campeche	20° 25' 35"	90° 01' 52"	16
	Halacho	31058	Halacho, Yucatán	20° 29' 34"	90° 04' 39"	23
	Maxcanu	31018	Maxcanu, Yucatán	20° 36' 00"	90° 00' 00"	12
	Chunchucmil	31077	Maxcanu, Yucatán	20° 38' 36"	90° 12' 55"	13
	Chochola	31090	Chochola, Yucatán	20° 45' 03"	89° 49' 48"	14
V	Mérida (CONAGUA)	31043	Mérida, Yucatán	20° 59' 04"	89° 39' 30"	10
	Mérida (OBS)	31019	Mérida, Yucatán	20° 57' 00"	89° 39' 00"	11
VI	Colonia Emiliano Zapata	31041	Mérida, Yucatán	20° 59' 02"	89° 35' '01"	12
	Hocaba	31070	Hocaba, Yucatán	20° 49' 01"	89° 14' 13"	15
	Holca	31071	Kantunil, Yucatán	20° 45' 27"	88° 56' 02"	22
	Dzitas	31011	Dzitas, Yucatán	20° 50' 14"	88° 31' 37"	30
	Piste	31088	Tinum, Yucatán	20° 41' 29"	88° 34' 58"	25

Fuente: Elaboración propia con datos de estacones meteorológicas, CONAGUA.

Con el registro de información de las estaciones se prosiguió a realizar un promedio de las variables climatológicas, temperatura y precipitación. Con la información obtenida, la cual se presenta en los siguientes apartados, se alimentó al software **SCRI** Fuego V2.

B.2.1. Parámetros meteorológicos.

Sección I.

Condiciones meteorológicas:

- Temperatura ambiente (ºC): 25.8
- Velocidad del viento (m/s): 2.64
- Dirección de los vientos: NE
- Humedad relativa (%): 79

Sección II

Condiciones meteorológicas:

- Temperatura ambiente (ºC): 29
- Velocidad del viento (m/s): 1.67
- Dirección de los vientos: SO
- Humedad relativa (%): 70

Sección III

Condiciones meteorológicas:

- Temperatura ambiente (ºC): 29
- Velocidad del viento (m/s): 3.05
- Dirección de los vientos: SO
- Humedad relativa (%): 79

Sección IV

Condiciones meteorológicas:

- Temperatura ambiente (ºC): 29
- Velocidad del viento (m/s): 3.93

- Dirección de los vientos: SO/NO
- Humedad relativa (%): 79

Sección V

Condiciones meteorológicas:

- Temperatura ambiente (ºC): 25
- Velocidad del viento (m/s): 2.05
- Dirección de los vientos: SO/NO
- Humedad relativa (%): 92

Sección VI

Condiciones meteorológicas:

- Temperatura ambiente (ºC): 24
- Velocidad del viento (m/s): 3.03
- Dirección de los vientos: SO
- Humedad relativa (%): 96

El resultado de la interacción de los parámetros, en especial la velocidad promedio del viento, la cual se obtuvo con un análisis dimensional de km/horas a m/s permite considerar la estabilidad A-B (Según Pasquill) todo lo anterior basado en la tabla siguiente.

Tabla 29. Estabilidades según Pasquill.

	Radiación solar durante el día		**condiciones en la noche**		**A cualquier hora**	
Velocidad del viento en la superficie	Fuerte	Moderada	Ligera	Ligeramente nublado o > 4/8 de nubosidad	>3/8 despejado	Fuertemente nublado
<2	A	A-B	B	F	F	D
2-3	A-B	B	C	E	F	D
3-4	B	B-C	C	D	E	D
4-6	C	C-D	D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D	D

	Radiación solar durante el día	condiciones en la noche	A cualquier hora
Condiciones de Pasquill	**Atmósfera**	**Condiciones esperadas en el sitio**	
A	Muy inestable	Totalmente soleado con vientos ligeros	
A/B	Inestable	Como A solo que menos soleado y con más vientos	
B	**Inestable**	**Como A/B solo que menos soleado y con más vientos**	
B/C	Moderadamente inestable	Sol y vientos moderados	
C	Moderadamente inestable	Mucho sol o muchos vientos	
C/D	Moderadamente inestable	Sol moderado con mucho viento	
D	Neutral	Poco sol y mucho viento o nublado con mucho viento	
E	Moderadamente estable	Menos sol y menos vientos que D, se considera de noche	
F	Estable	Noche con nublado moderado y viento ligero	
G	Muy estable	Existe posibilidad de Niebla	

Fuente: Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, Julio 2020 (ARSH-ASEA)

B.3. Tipos de eventos de riesgo que pudieran esperarse en las simulaciones.

Una vez llevadas a cabo las simulaciones de las hipótesis mencionadas en el capítulo anterior se arrojaron diferentes tipos de escenarios de acuerdo con el comportamiento de la mezcla al liberarse al medio ambiente y las condiciones externas que se pueden presentar, por lo que es necesario entender cada tipo de evento:

- **Dardo de fuego (*Jet fire*).** El evento de *Jet Fire* se puede definir como una llama estacionaria de difusión de gran longitud y poca anchura, como la producida por un soplete de oxi-acetileno. Generalmente, este evento ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (*Jet Fire*) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior. Esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica.

- **Explosión de nube de gas no confinada (UVCE).** La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica.

- **Nube explosiva Flamazo (*Flash Fire*).** Para este caso consideramos la dispersión de una nube de gas a baja presión en la que los efectos por presión son despreciables, quedando solamente por considerar los correspondientes a la radiación térmica. La zona de alcance (por lo general la región del espacio correspondiente al límite inferior de inflamabilidad), se limita a la consideración de los efectos térmicos al interior de dicha zona.

B.3.1. Parámetros y equivalencias de daños a esperarse en las simulaciones.

La tabla siguiente muestra los valores umbrales de referencia adoptados en este estudio para una radiación térmica y sobrepresión.

Tabla 30. Valores umbrales seleccionados.

Parámetro	Zonas		
	Zona de alto riesgo por daño a equipos (ZAE)	Zona de alto riesgo por daño a equipos (ZA)	Zona de amortiguamiento (ZA)
Inflamabilidad (Radiación térmica)	12.5 a 37.5 KW/m^2	5.0 KW/m^2	1.4 KW/m^2
Explosividad (Sobre Presión)	3 a 10 psig	1.0 psig	0.5 psig
Nube explosiva (Flamazo)[6]	80% L.E.L. (148,569 ppm)	60% L.E.L (48,514 ppm)	10% L.E.L (24,257 ppm)

Fuente: Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, Julio 2020 (ARSH-ASEA).

Para interpretar o inferir los daños ocasionados a la población, a la instalación y al medio ambiente a partir de las consecuencias conocidas de cada escenario se requieren datos de las equivalencias de consecuencias vs. daños. Se presentan equivalencias para interpretar los daños ocasionados por las consecuencias de los escenarios en las siguientes tablas.

Tabla 31. Efectos generados a diferentes intensidades de radiación térmica.

kW/m²	Descripción
1.40	Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal) Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial
5.00	Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado; Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55.0 C aparecen ampollas
12.50	Extensión de incendio fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos La madera puede prender después de una larga exposición 100.0% de letalidad

[6] Datos propuestos para la simulación con base en los límites de explosividad de la sustancia.

kW/m²	Descripción
37.5	Nivel de radicación térmica suficiente para causar daños en equipos, materiales

Fuente: Software SCRI-FUEGO Versión 2 (Herramienta Computacional de Análisis de Riesgos de Proceso)

En la tabla siguiente se indican los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado "*Flash Fire".*

Tabla 32. Efectos del *Flash Fire* (Flamazo).

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama	Las personas sufrían quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición mas que probable de la ropa o vestidos. La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14.0% de la población sometida a esta radiación con un 20.0% como mínimo de quemaduras importantes.
	En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20.0% de esta superficie que comprendería la cabeza 7.0%; manos 5.0% y los brazos 8.0%).
	En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas- aunque sea parcialmente- de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.

Fuente: Software SCRI-FUEGO Versión 2 (Herramienta Computacional de Análisis de Riesgos de Proceso)

En la tabla siguiente se presentan los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Tabla 33. Vulnerabilidad de materiales por radiación térmica

Radiación (kW/m²)	Material
60.0	Cemento
40.0	Cemento prensado
200.0	Hormigón armado
40.0	Acero
33.0	Madera (Ignición)
30.0-300.0	Vidrio
400.0	Pared de ladrillos
13.0	Daños en depósitos

Radiación (kW/m²)	Material
12.0	Instrumentación

Fuente: Software SCRI-FUEGO Versión 2 (Herramienta Computacional de Análisis de Riesgos de Proceso)

La tabla siguiente muestra los efectos generados a los diferentes niveles de sobrepresión sobre instalaciones y sobre el personal que reciba el impacto de la sobrepresión, cabe señalar que estos valores fueron con los cuales se realizaron las simulaciones para el evento de sobrepresión.

Tabla 34. Efectos estimados por sobrepresión.

Presión (psi)	Evaluación de daños por explosiones	
	Refinerías	**Plantas**
0.5	Cuarto de control (construcción de concreto y estructura de hierro): rotura de ventanas.	Cuarto de control (techo metálico): rotura de ventanas y medidores. Cuarto de control (techo de concreto): rotura de ventanas y medidores. Torre de enfriamiento: falla de mamparas
1.0	Cuarto de control (construcción de concreto y estructura de hierro): deformación de la estructura.	Cuarto control (techo metálico): conectores dañados por colapso del techo. Cuarto de control (techo de concreto): dañados por colapso del techo. Tanques de almacenamiento (techo cónico): colapso del techo.
2.0		Calentador: fractura de ladrillos. Reactor químico: rotura de ventanas. Filtros: falla de paredes de concreto.
3.0	Edificio de mantenimiento: deformación.	Tanque de almacenamiento (techo cónico): el equipo se levanta (llenado al 50%). Cubículo de instrumentos: líneas de fuerza dañadas, controles dañados.
5.0	Torre de regeneración: deformación de la columna. Edificio de mantenimiento: derrumbe de muros de tabique, deformación de la estructura. Tuberías: derrumbe de la estructura y rompimiento de líneas. Tanques de almacenamiento (techo cónico y techo flotante): levantamiento de tanques llenos o medio llenos, dependiendo de su capacidad.	Calentador: unidad destruida. Regenerador: marcos colapsados. Motor eléctrico: daño por proyección de partículas. Ventilador: carcaza y caja dañadas.
7.0	Torre rectangular (estructura de concreto): derrumbe de la estructura y la torre. Torre de vacío octagonal (estructura de concreto): fractura de la estructura. Torre fraccionadora: (montada sobre pedestal de concreto) caída de la torre. Torre de regeneración derrumbe de la estructura y la torre. Torre de vacío octagonal (estructura de concreto):	Reactor catalítico: partes internas dañadas. Columna fraccionadora: unidad destruida.

Presión (psi)	Evaluación de daños por explosiones	
	Refinerías	Plantas
	fractura de la estructura, (estructura de acero) caída de la torre. Tanques de almacenamiento esférico: deformación de la estructura en tanques llenos.	
10.0	Cuarto de control (construcción de concreto y estructura de hierro): derrumbe de estructura de hierro.	Cuarto de control (techo de concreto): unidad destruida. Transformados eléctrico: unidad destruida. Ventilador: unidad destruida. Regulador de gas: controles dañados, carcaza y caja dañadas. Columna de extracción: la unidad se mueve de sus cimientos.
20.0		Tanque de almacenamiento (techo flotante): colapso del techo.

Fuente: Software SCRI-FUEGO Versión 2 (Herramienta Computacional de Análisis de Riesgos de Proceso)

B.4. Evaluación de variables de operación, tiempos de las fugas e inventarios a considerar en el análisis de consecuencias de los eventos hipotéticos.

Con el análisis y revisión de la información se pudieron definir las diferentes corrientes, así como identificar los flujos, presiones y la temperatura a la cual dichas corrientes se podrían encontrar. Para la modelación se consideraron las mayores presiones a fin de que las consecuencias obtenidas fueran representativas de todas las secciones donde pudieran encontrarse estas corrientes.

Para calcular el flujo volúmetrico a flujo másico tenemos que:

Flujo másico = p * Flujo volúmetrico

p = densidad del gas natural en kg/m^3 (Hoja de seguridad su valor es de 0.61 kg/m^3).

Tasa de fuga. La tasa de fuga se calculó con el software **SCRI** Emisiones, el cual permite determinar el tipo de emisión y descarga de materiales peligrosos, a partir de la sustancia de mayor porcentaje del hidrocarburo de interés (que para el gas natural es el metano). Esto se realizó para los tres eventos hipotéticos a simular, considerando los siguientes datos de entrada al software.

Tiempo de fuga. Es el tiempo que transcurre desde que se presenta la fuga hasta que ésta es aislada cerrando las válvulas de seccionamiento, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Cuando la instalación cuenta con sistemas automáticos de aislamiento para responder al escenario planteado, debe estimarse objetivamente el tiempo de respuesta de dichos sistemas automáticos; tomando en consideración éste como el tiempo de fuga.

- Cuando la instalación no cuenta con sistemas automáticos de aislamiento para responder al escenario planteado, debe estimarse objetivamente el tiempo de respuesta de los operadores para realizar manualmente dicho aislamiento. En esto caso se debe considerar éste como el tiempo de fuga. En caso contrario, debe considerarse la recomendación heurística del Software de simulación o el inventario presente en el tramo seccionado.
- Considerar los tiempos de fuga establecidos en la tabla siguiente, en función del tipo de equipo involucrado en la fuga o derrame de producto.

Tabla 35. Eventos típicos de fuga o derrame de productos.

Maquinaria o equipo	Eventos típicos
Recipientes a presión	Relevo instantáneo del producto contenido dentro del recipiente.
	Relevo continuo del total del producto contenido dentro del recipiente en un tiempo de 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
	Relevo continuo a través de un orificio con un diámetro efectivo de 10 y 12.5 mm.
Tanques atmosféricos	Relevo instantáneo del producto contenido dentro del tanque.
	Relevo continuo del total del producto contenido dentro del recipiente en un tiempo de 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
	Relevo continuo a través de un orificio con un diámetro efectivo de 10 y 12.5 mm.
Tuberías	Ruptura total del tubo, considerando el volumen de producto por los dos lados de la tubería con ruptura total.
	Relevo de producto por un orificio con un diámetro efectivo del 10% del diámetro nominal de la tubería, hasta un máximo de 50 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
Bombas	Falla catastrófica considerando la ruptura total de la tubería de mayor diámetro conectada.
	Fuga de producto por un orificio con un diámetro efectivo del 10% del diámetro nominal de la tubería de mayor diámetro conectada, hasta un máximo de 50 mm, y 12.5 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.
Intercambiadores de calor	Relevo instantáneo del total de producto contenido dentro del lado cuerpo del intercambiador de calor.
	Relevo continuo del total del producto contenido dentro del lado cuerpo del intercambiador de calor, en un tiempo de 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante
	Relevo continuo a través de un orificio con un diámetro efectivo de 10 y 12.5 mm.
	Ruptura total de 10 tubos simultáneamente, considerando el relevo de producto por ambos lados de la tubería rota.
	Ruptura total de un tubo, considerando el flujo de producto por los dos lados de la tubería con ruptura total.
	Fuga de producto por un orificio con un diámetro efectivo del 10% del diámetro nominal, hasta un máximo de 50 mm y 12.5 mm, considerando 10, 15 y 30 minutos a un flujo constante.

Maquinaria o equipo	Eventos típicos
Dispositivos de relevo de presión	Descarga de un dispositivo de relevo de presión considerando su gasto máximo de descarga

Fuente: Guías Técnicas para realizar Análisis de Riesgo de Proceso PEMEX-SASIPA-SI.

Para nuestro caso utilizaremos el primer criterio, ya que se cuenta con sistemas automáticos de aislamiento para responder al escenario planteado. Por ello, se considera un tiempo máximo de 30 minutos como el tiempo necesario para detectar y controlar la descarga basándose en el sistema de protecciones con el que cuenta la instalación.

A continuación, se muestran los datos ingresados al software SCRI Emisiones para obtener la tasa de fuga y las hojas de cálculo se muestran en el **Anexo IV.4. Hojas de cálculo tasa de fuga**.

Tabla 36. Escenarios de riesgo determinados por el **HAZOP** para la determinación de la tasa e inventario de fuga.

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
Gasoductos de interconexión						
1	ESC_1_SNFDO_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 36"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 36" (0.9144 m) Diámetro del orificio: 7.2" (0.18288 m) Longitud de ducto: 2,000 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 79	2,103.51 Memoria de Cálculo ESC_1_SNFDO_1_TF	900	1,893,159.18
2	ESC_2_SNFDO_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 36"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y	52,587.75 Memoria de Cálculo ESC_2_SNFDO_2_TF	900	47,328,979.05

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 36” (0.9144 m) Diámetro del orificio: 36” (0.9144 m) Longitud de ducto: 2,000 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC. Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 79			
3	ESC_3_NVOPEMEX_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 30”Φ por ruptura en en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 300 MMSCFD Diámetro ducto: 30” (0.762 m) Diámetro del orificio: 6” (0.1524 m) Longitud de ducto: 165 metros Presión: 59.00 kg/cm^2 (5,786,000 Pa)	1,557.80 Memoria de Cálculo ESC_3_NVOPEMEX_1_TF	900	1,402,016.94

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura: 50 ºC Temperatura: 50 ºC. Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70			
4	ESC_4_NVOPEMEX_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 30”Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 300 MMSCFD Diámetro ducto: 30” (0.762 m) Diámetro del orificio: 30” (0.762 m) Longitud de ducto: 165 metros Presión: 59.00 kg/cm^2 (5,786,000 Pa) Temperatura: 50 ºC. Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70	38,944.91 Memoria de Cálculo ESC_4_NVOPEMEX_2_TF	900	35,050,423.05

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
5	ESC_5_CDPEMEX_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 24"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 300 MMSCFD Diámetro ducto: 24" (0.6096 m) Diámetro del orificio: 4.8" (0.1219 m) Longitud de ducto: 5,064 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70	996.6627 Memoria de Cálculo ESC_5_CDPEMEX_1_TF	900	896,996.43
6	ESC_6_CDPEMEX_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 24"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 300 MMSCFD	24,924.75 Memoria de Cálculo ESC_6_CDPEMEX_2_TF	900	22,432,270.77

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Diámetro ducto: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 24” (0.6096 m) Longitud de ducto: 5,064 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC. Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70			
Gasoductos de transporte Mayakan						
7	ESC_7_SECC1_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 36”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 36” (0.9144 m) Diámetro del orificio: 7.2” (0.1828 m) Longitud de ducto: 14,359 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas:	2,101.67 Memoria de Cálculo ESC_7_SECC1_1_TF	900	1,891,503.18

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
8	ESC_8_SECC1_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 36”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 36” (0.9144 m) Diámetro del orificio: 36” (0.9144 m) Longitud de ducto: 14,359 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79	52,587.75 Memoria de Cálculo ESC_8_SECC1_2_TF	900	47,328,979.05
9	ESC_9_SECC2_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 30”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o	1,557.80 Memoria de Cálculo	900	1,402,016.94

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro ducto: 30” (0.762 m) Diámetro del orificio: 6” (0.1524 m) Longitud de ducto: 79,408 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.67 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 70	ESC_9_SECC2_1_TF		
10	ESC_10_SECC2_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 30”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD	38,944.91 Memoria de Cálculo ESC_10_SECC2_2_TF	900	35,050,423.05

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Diámetro ducto: 30” (0.762 m) Diámetro del orificio: 30” (0.762 m) Longitud de ducto: 79,408 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.67 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 70			
11	ESC_11_SECC3_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 310.17 MMSCFD Diámetro ducto: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 4.8” (0.1219 m) Longitud de ducto: 261,755 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas:	996.66 Memoria de Cálculo ESC_11_SECC3_1_TF	900	896,996.43

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
12	ESC_12_SECC3_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 310.17 MMSCFD Diámetro ducto: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 24” (0.6096 m) Longitud de ducto: 261,755 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79	24,924.75 Memoria de Cálculo ESC_12_SECC3_2_TF	900	22,432,270.77
13	ESC_13_LOOP1_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o	692.35 Memoria de Cálculo	900	623,118.60

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 197.3 MMSCFD Diámetro ducto: 20" (0.508 m) Diámetro del orificio: 4" (0.1016 m) Longitud de ducto: 263,224 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79	ESC_13_LOOP1_1_TF		
14	ESC_14_LOOP1_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 197.3 MMSCFD	17,308.85 Memoria de Cálculo ESC_14_LOOP1_2_TF	900	15,577,965.81

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Diámetro ducto: 20” (0.508 m) Diámetro del orificio: 20” (0.508 m) Longitud de ducto: 263,224 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
15	ESC_15_SECC4_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 22”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 202.5 MMSCFD Diámetro ducto: 22” (0.5588 m) Diámetro del orificio: 4.4” (0.1117 m) Longitud de ducto: 266,290 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas:	836.85 Memoria de Cálculo ESC_15_SECC4_1_TF	900	753,164.19

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
16	ESC_16_SECC4_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 22”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 202.5 MMSCFD Diámetro ducto: 22” (0.5588 m) Diámetro del orificio: 22” (0.5588 m) Longitud de ducto: 266,290 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79	20,943.71 Memoria de Cálculo ESC_16_SECC4_2_TF	900	18,849,338.64
17	ESC_17_LOOP2_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o	996.66 Memoria de Cálculo	900	896,996.43

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 197.3 MMSCFD Diámetro ducto: 24" (0.6096 m) Diámetro del orificio: 4.8" (0.1219 m) Longitud de ducto: 269,775 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79	ESC_17_LOOP2_1_TF		
18	ESC_18_LOOP2_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 197.3 MMSCFD	24,924.75 Memoria de Cálculo ESC_18_LOOP2_2_TF	900	22,432,270.77

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Diámetro ducto: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 24” (0.6096 m) Longitud de ducto: 269,775 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
19	ESC_19_SECC5_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 101.5 MMSCFD Diámetro ducto: 10” (0.254 m) Diámetro del orificio: 5” (0.127 m) Longitud de ducto: 3,043 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas:	998.26 Memoria de Cálculo ESC_19_SECC5_1_TF	900	898,431.12

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92			
20	ESC_20_SECC5_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 101.5 MMSCFD Diámetro ducto: 10” (0.2544 m) Diámetro del orificio: 10” (0.254 m) Longitud de ducto: 3,043 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92	3,933.03 Memoria de Cálculo ESC_20_SECC5_2_TF	900	3,593,724.57
21	ESC_21_LOOP4_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o	408.08 Memoria de Cálculo	900	367,273.35

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 97.7 MMSCFD Diámetro ducto: 16" (0.4064 m) Diámetro del orificio: 3.2" (0.0812 m) Longitud de ducto: 3,535 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92	ESC_21_LOOP4_1_TF		
22	ESC_22_LOOP4_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 97.7 MMSCFD	10,222.1498 Memoria de Cálculo ESC_22_LOOP4_2_TF	900	9,199,934.82

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Diámetro ducto: 16” (0.4064 m) Diámetro del orificio: 16” (0.4064 m) Longitud de ducto: 3,535 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92			
23	ESC_23_SECC6_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 102.1 MMSCFD Diámetro ducto: 16” (0.4064 m) Diámetro del orificio: 3.2” (0.0812 m) Longitud de ducto: 160,462 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas:	399.97 Memoria de Cálculo ESC_23_SECC6_1_TF	900	359,973.00

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
24	ESC_24_SECC6_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 102.1 MMSCFD Diámetro ducto: 16” (0.4064 m) Diámetro del orificio: 16” (0.4064 m) Longitud de ducto: 160,462 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	10,018.96 Memoria de Cálculo ESC_24_SECC6_2_TF	900	9,017,067.15
25	ESC_25_LOOP3_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o	626.19 Memoria de Cálculo	900	563,566.68

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 150 MMSCFD Diámetro ducto: 20" (0.508 m) Diámetro del orificio: 4" (0.1016 m) Longitud de ducto: 160,462 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	ESC_25_LOOP3_1_TF		
26	ESC_26_LOOP3_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 150 MMSCFD	15,654.63 Memoria de Cálculo ESC_26_LOOP3_2_TF	900	14,089,167.45

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Diámetro ducto: 20” (0.508 m) Diámetro del orificio: 20” (0.508 m) Longitud de ducto: 160,462 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
Gasoductos ramales a usuarios						
27	ESC_27_CFE_CAM_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 46 MMSCFD Diámetro ducto: 10” (0.254 m) Diámetro del orificio: 5” (0.127 m) Longitud de ducto: 1,100 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC	1,081.80 Memoria de Cálculo ESC_27_CFE_CAM_1_TF	900	973,622.88

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
28	ESC_28_CFE_CAM_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 46 MMSCFD Diámetro ducto: 10” (0.254 m) Diámetro del orificio: 10” (0.254 m) Longitud de ducto: 1,100 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79	4,327.21 Memoria de Cálculo ESC_28_CFE_CAM_2_TF	900	3,894,491.43

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
29	ESC_29_GNC_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.7 MMSCFD Diámetro ducto: 4" (0.1016 m) Diámetro del orificio: 0.8" (0.0203 m) Longitud de ducto: 730 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79	27.6397 Memoria de Cálculo ESC_29_GNC_1_TF	900	24,875.73
30	ESC_30_GNC_2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	692.35 Memoria de Cálculo ESC_30_GNC_2_TF	900	623,118.60

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Condiciones de operación: Flujo: 7.7 MMSCFD Diámetro ducto: 4” (0.1016 m) Diámetro del orificio: 4” (0.1016 m) Longitud de ducto: 730 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
31	ESC_31_MEDWEST_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.5 MMSCFD Diámetro ducto: 10” (0.254 m) Diámetro del orificio: 5” (0.127 m) Longitud de ducto: 850 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa)	998.26 Memoria de Cálculo ESC_31_MEDWEST_1_TF	900	898,431.12

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92			
32	ESC_32_ MEDWEST _2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.5 MMSCFD Diámetro ducto: 10” (0.254 m) Diámetro del orificio: 10” (0.254 m) Longitud de ducto: 850 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92	3,993.02 Memoria de Cálculo ESC_32_MEDWEST_2_TF	900	3,593,721.33

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
33	ESC_33_CLUSTERMED_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 1.5 MMSCFD Diámetro ducto: 4" (0.1016 m) Diámetro del orificio: 0.8" (0.0203 m) Longitud de ducto: 3,377 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	25.00 Memoria de Cálculo ESC_33_CLUSTERMED_1_TF	900	22,498.29
34	ESC_34_ CLUSTERMED _2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	626.19 Memoria de Cálculo ESC_34_CLUSTERMED_2_TF	900	563,566.68

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Condiciones de operación: Flujo: 1.5 MMSCFD Diámetro ducto: 4” (0.1016 m) Diámetro del orificio: 4” (0.1016 m) Longitud de ducto: 3,377 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
35	ESC_35_POLLOS_1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4”Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 0.6 MMSCFD Diámetro ducto: 4” (0.1016 m) Diámetro del orificio: 0.8” (0.0203 m) Longitud de ducto: 200 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa)	25.00 Memoria de Cálculo ESC_35_POLLOS_1_TF	900	22,498.29

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
36	ESC_36_ POLLOS _2	Peor Caso	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4”Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 0.6 MMSCFD Diámetro ducto: 4” (0.1016 m) Diámetro del orificio: 4” (0.1016 m) Longitud de ducto: 200 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	626.19 Memoria de Cálculo ESC_35_POLLOS_2_TF	900	563,566.68

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
Estaciones superficiales (Estaciones de Medición y Regulación)						
37	ESC_37_ EMCactus	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 10" Φ medición de la EM Cactus, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro brida: 10" (0.254 m) Diámetro del orificio: 2" (0.0508 m) Longitud de ducto: 10 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25.8 Velocidad del viento (m/s): 2.64 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 79	162.31 Memoria de Cálculo ESC_37_ EMCactus _TF	900	146,077.11
38	ESC_38_ EM2	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 24" Φ medición de la EM2, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la	996.66 Memoria de Cálculo ESC_38_ EM2_TF	900	896,996.43

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 511.58 MMSCFD Diámetro brida: 24” (0.6096 m) Diámetro del orificio: 4.8” (0.1219 m) Longitud de ducto: 10 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 1.66 Dirección de los vientos: NE Humedad relativa (%): 70			
39	ESC_39_ EM3	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 20” Φ medición de la EM3, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 507.47 MMSCFD Diámetro brida: 20” (0.508m) Diámetro del orificio: 4” (0.1016 m) Longitud de ducto: 10 metros	692.35 Memoria de Cálculo ESC_39_ EM3_TF	900	623,118.60

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79			
40	ESC_40_ CS1	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la válvula de 18" Φ del compresor de la CS1, debido por mal apriete o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 507.47 MMSCFD Diámetro brida: 18" (0.4572 m) Diámetro del orificio: 3.6" (0.0914 m) Longitud de ducto: 15 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.05 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 79	560.32 Memoria de Cálculo ESC_40_ CS1_TF	900	504,284.58

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
41	ESC_41_ CS2	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la válvula de 20" Φ del compresor de la CS2, debido por mal apriete o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 459 MMSCFD Diámetro brida: 20" (0.508m) Diámetro del orificio: 4" (0.10164 m) Longitud de ducto: 15 metros Presión: 84.36 kg/cm^2 (8,272,889 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79	692.35 Memoria de Cálculo ESC_41_ CS2_TF	900	623,118.60
42	ESC_42_ ERMCFECAMP	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE CC Campeche, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación:	6.92 Memoria de Cálculo ESC_42_ ERMCFECAMP _TF	900	6,231.15

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Flujo: 46 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
43	ESC_43_ ERMGNC	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR GNC, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.7 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas:	6.92 Memoria de Cálculo ESC_43_ ERMGNC _TF	900	6,231.15

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Temperatura Ambiente (ºC): 29 Velocidad del viento (m/s): 3.93 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 79			
44	ESC_44_ ERMCFEMERIDAII	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA II, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 19 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 7 kg/cm^2 (686,466 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92	6.39 Memoria de Cálculo ESC_44_ ERMCFEMERIDAII _TF	900	5,749.92
45	ESC_45_ ERMCFEMERIDAIII	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA III, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se	6.39 Memoria de Cálculo	900	5,749.92

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 75 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92	ESC_45_ ERMCFEMERIDAIII _TF		
46	ESC_46_ ERMCFEMERIDAIV	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA IV, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 85 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m)	6.39 Memoria de Cálculo ESC_46_ ERMCFEMERIDAIV _TF	900	5,749.92

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO Humedad relativa (%): 92			
47	ESC_47_ ERMENGIEINDUSTRIAL	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR ENGIE INDUSTRIAL, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 12.7 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 25 Velocidad del viento (m/s): 2.05 Dirección de los vientos: SO/NO	6.39 Memoria de Cálculo ESC_47_ ERMENGIEINDUSTRIAL _TF	900	5,749.92

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Humedad relativa (%): 92			
48	ESC_48_ ERMMERIDAWEST	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR MERIDA WEST, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 7.5 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	6.26 Memoria de Cálculo ESC_48_ ERMMERIDAWEST _TF	900	5,635.71
49	ESC_49_ ERMCLUSTERMERIDA	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR MERIDA WEST, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.26 Memoria de Cálculo ESC_49_ ERMCLUSTERMERIDA _TF	900	5,635.71

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Condiciones de operación: Flujo: 1.5 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
50	ESC_50_ ERMPOLLOS	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR POLLOS, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 0.6 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC	6.26 Memoria de Cálculo ESC_50_ ERMPOLLOS _TF	900	5,635.71

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			
51	ESC_51_ ERMVALLADOLIDCC	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID CC, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 17 MMSCFD Diámetro brida: 2" (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	6.26 Memoria de Cálculo ESC_51_ ERMVALLADOLIDCC _TF	900	5,635.71
52	ESC_52_ ERMVALLADOLIDIII	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID III, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas	6.26 Memoria de Cálculo	900	5,635.71

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 83 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m) Diámetro del orificio: 0.4” (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96	ESC_52_ ERMVALLADOLIDIII _TF		
53	ESC_53_ ERMVALLADOLIDIV	Caso Más Probable	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2” Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID IV, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE. Condiciones de operación: Flujo: 150 MMSCFD Diámetro brida: 2” (0.0508m)	6.26 Memoria de Cálculo ESC_53_ ERMVALLADOLIDIV _TF	900	5,635.71

No.	Clave	Tipo	Descripción	Tasa de fuga (kg/s)	Tiempo de fuga (s)	Inventario de fuga (kg)
			Diámetro del orificio: 0.4" (0.01016 m) Longitud de ducto: 5 metros Presión: 26 kg/cm^2 (2,550,000 Pa) Temperatura: 50 ºC Condiciones meteorológicas: Temperatura Ambiente (ºC): 24 Velocidad del viento (m/s): 3.03 Dirección de los vientos: SO Humedad relativa (%): 96			

Fuente: Elaboración propia con los datos de operación del STGNEM y resultados de las hojas de cálculo de SCRI Emisiones.

De conformidad al Anexo 2 de la Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos publicada por la **ASEA**, los datos de especificación de eventos de riesgo hipotéticos a simular se presentan en el **Anexo IV.5. Hojas de datos de especificaciones de eventos de riesgo hipotéticos a simular** y en el **Anexo IV.6. Concentrado de Datos para las modelaciones**.

VI. Representación en planos de los radios potenciales de afectación.

En el **Anexo V.1. Memorias de cálculo de los resultados del simulador SCRI Fuego, Versión 2** y **rn el Anexo V.2. Planos de radios de afectación de las simulaciones de riesgo de STGNEM**, se muestran la representación de las zonas de letalidad, alto riesgo y amortiguamiento, donde pueden verse las afectaciones a la instalación y las zonas vecinales de las periferias, incluyendo asentamientos humanos y receptores ambientales.

Tabla 37. Concentrado de resultados de las modelaciones de los casos hipotéticos de riesgo del STGNEM.

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_1_SNFDO_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 36"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	97.57	283.92	331.50	267.46	578.83	1064.76	471.91	2198.41	3736.94
ESC_2_SNFDO_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 36"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	640.72	1,724.30	1247.49	2700.54	4967.91	1379.86	6428.18	10926.87
ESC_3_NVOPEMEX_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 30"Φ por ruptura en en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la	104.92	207.32	233.54	231.02	499.91	919.55	426.95	1988.98	3380.94

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_4_NVOPEMEX_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 30"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	653.95	1,701.70	1077.56	2332.32	4290.41	1248.41	5815.81	9885.93
ESC_5_CDPEMEX_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 24"Φ por ruptura en en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	102.34	148.94	161.86	186.58	403.72	742.62	367.89	1713.86	2913.29

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_6_CDPEMEX_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de Interconexión de 24"Φ por ruptura total 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura o por poro de corrosión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	136.12	696.57	1,326.30	870.4	1883.86	3465.42	1075.85	5011.91	8519.44
ESC_7_SECC1_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 36"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	97.57	283.87	331.35	267.35	578.59	1,064.31	471.77	2,197.77	373,585
ESC_8_SECC1_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 36"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin	639.78	1,728.68	2,603.36	1,247.49	2,700.54	4,967.91	1,379.86	6,428.18	10,926.87

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_9_SECC2_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 30"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	104.92	207.59	233.99	231.02	499.91	919.55	426.95	1,988.98	3,380.94
ESC_10_SECC2_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 30"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	136.12	653.95	1,701.72	1,077.56	2,332.32	4,290.41	1,248.41	5,815.81	9,885.93

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_11_SECC3_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	92.99	175.08	203.38	185.61	401.62	738.76	367.81	1,713.86	2,913.29
ESC_12_SECC3_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	136.12	669.41	1,418.10	865.86	1,874.08	3,447.44	1,075.85	5,011.91	8,519.44

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_13_LOOP1_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	83.88	132.23	152.22	155.92	337.37	620.58	325.82	1,517.87	2,580.14
ESC_14_LOOP1_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 20"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	136.12	681.14	1,143.38	727.26	1,574.03	2,895.47	952.71	4,438.29	7,544.38

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_15_SECC4_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 22"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	82.2	171.99	212.87	170.72	369.4	679.5	347.07	1,616.87	2,748.42
ESC_16_SECC4_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 22"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	136.12	648.41	1,315.21	796.69	1,724.35	3,172.00	1,015.21	4,729.46	8,039.31

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_17_LOOP2_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	85.59	192.66	242.42	185.61	401.62	738.76	367.89	1,713.86	2,913.29
ESC_18_LOOP2_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 24"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	136.12	648.41	1,421.03	865.86	1,874.08	3,447.44	1,075.85	5,011.91	8,519.44

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_19_SECC5_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	100.57	152.7	171.00	121.5	262.91	483.62	273.18	1,272.65	2,163.30
ESC_20_SECC5_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	149.37	318.67	362.61	567.22	1,227.79	2,258.60	799.32	3,723.69	6,329.68

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_21_LOOP4_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	59.97	73.54	82.07	121.5	262.91	483.62	273.18	1,272.65	2,163.30
ESC_22_LOOP4_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	138.59	600.87	720.07	567.22	1,227.79	2,258.60	799.32	3,723.69	6,329.68

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_23_SECC6_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	62.25	84.35	97.12	120.42	260.60	479.36	271.36	1,264.16	2,148.87
ESC_24_SECC6_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	138.32	605.1	788.71	562.2	1,216.96	2,238.69	796.62	3,711.12	6,308.31

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_25_LOOP3_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	79.86	120.19	136.36	120.42	260.6	479.36	271.36	1,264.16	2,148.87
ESC_26_LOOP3_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 16"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	138.32	605.1	788.71	562.2	1,216.96	2,238.69	793.99	3,698.86	6,287.46

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_27_CFE_CAM_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	94.14	185.99	213.04	193.03	417.69	768.32	378.08	1,761.34	2,993.99
ESC_28_CFE_CAM_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	141.06	379.47	439.06	374.68	810.84	1,491.52	600.17	2,795.95	4,752.66

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_29_GNC_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	11.39	16.44	23.84	33.4	72.24	132.88	111.36	518.77	881.82
ESC_30_GNC_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	77.7	108.24	126.47	155.92	337.37	620.58	325.82	1,517.87	2,580.14

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_31_MEDWEST_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	100.57	152.70	171.00	186.39	403.37	742.00	368.09	1,714.78	2,914.84
ESC_32_ MEDWEST _2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 10"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	148.95	322.55	366.22	361.79	783.04	1,440.44	584.31	2,722.04	4,627.02

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_33_CLUSTERMED_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	8.11	10.36	12.26	31.96	69.15	127.2	107.69	501.68	852.78
ESC_34_ CLUSTERMED _2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	67.55	84.69	95.26	149.22	322.94	594.04	315.09	1,467.89	2,495.18

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_35_POLLOS_1	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 20% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	51.14	66.8	76.6	31.96	69.15	127.20	107.69	501.68	852.78
ESC_36_ POLLOS_2	Fuga de Gas Natural del gasoducto de transporte de 4"Φ por ruptura en orificio de 100% del diámetro del ducto, debido a trabajos deficientes de soldadura, por poro de corrosión o debido a excavaciones en la zona por reparación a otros ductos de terceros o cargas extremas sobre él, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	67.55	84.69	95.26	149.22	322.94	594.04	315.09	1,467.89	2,495.18

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_37_ EMCactus	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 10" Φ medición de la EM Cactus, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	30.01	37.44	42.22	78.45	169.86	312.49	200.90	935.92	1,590.92
ESC_38_ EM2	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 24" Φ medición de la EM2, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	34.83	179.31	349.08	186.51	403.69	742.6	367.89	1,713.86	2,913.29

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_39_ EM3	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 20" Φ medición de la EM3, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	34.82	152.81	285.00	155.85	337.34	620.56	325.82	1,517.87	2,580.14
ESC_40_ CS1	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la válvula de 18" Φ del compresor de la CS1, debido por mal apriete o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	34.82	146.74	257.38	140.84	304.86	560.81	303.63	1,414.50	2,404.43
ESC_41_ CS2	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la válvula de 20" Φ del compresor de la CS2, debido por mal apriete o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con	34.53	140.67	257.75	155.85	337.34	620.56	325.82	1,517.87	2,580.14

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_42_ ERMCFECAMP	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE CC Campeche, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.91	14.03	21.86	17.13	37.2	68.48	70.20	327.02	555.87
ESC_43_ ERMGNC	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR GNC, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.91	14.03	21.86	17.13	37.2	68.48	70.20	327.02	555.87

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_44_ ERMCFEMERIDAII	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA II, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	5.27	6.78	7.95	16.54	35.93	66.15	68.34	318.37	541.18
ESC_45_ ERMCFEMERIDAIII	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA III, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	5.27	6.78	7.95	16.54	35.93	66.15	68.34	318.37	541.18
ESC_46_ ERMCFEMERIDAIV	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE MERIDA IV, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas	5.27	6.78	7.95	16.54	35.93	66.15	68.34	318.37	541.18

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	con explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_47_ ERMENGIEINDUSTRIAL	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR ENGIE INDUSTRIAL, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	5.27	6.78	7.95	16.54	35.93	66.15	68.34	318.37	541.18
ESC_48_ ERMMERIDAWEST	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR MERIDA WEST, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
ESC_49_ ERMCLUSTERMERIDA	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR MERIDA WEST, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57
ESC_50_ ERMPOLLOS	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR POLLOS, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57
ESC_51_ ERMVALLADOLIDCC	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID CC, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57

Clave escenario	Descripción	Radios nube inflamable (Flash Fire)			Radiación térmica (Jet Fire)			Sobrepresión (Explosión)		
		148,569 ppm	48,514 ppm	24,257 ppm	25 (kw/m^2)	5.0 (kw/m^2)	1.4 (kw/m^2)	10.0 (psi)	1.0 (psi)	0.5 (psi)
		ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)	ZDE (m)	ZAR (m)	ZA (m)
	con explosión retardada de nube de vapor UVCE.									
ESC_52_ ERMVALLADOLIDIII	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID III, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57
ESC_53_ ERMVALLADOLIDIV	Fuga de Gas Natural por desacoplamiento mecánico en la brida de 2" Φ medición de la EMR CFE VALLADOLID IV, debido por mal apriete de espárragos o alineación de juntas en trabajos de mantenimiento o por mayor presión, se considera la dispersión del gas natural dentro de los límites de inflamabilidad sin ignición, posteriormente la ignición instantánea con formación de incendio tipo jet fire y la acumulación de gas con explosión retardada de nube de vapor UVCE.	6.17	9.71	13.45	16.39	35.61	65.55	67.89	316.25	537.57

Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos del software SCRI Fuego V2.